de SCHEPPER
pénieur A. & M.

RADIO DÉPANNAGE

ET MISE AU POINT

onstruction des
ureils de mesure

rification des
nents du poste

lise au point
et alignement

bleau analytique
ur la recherche
des pannes

Cas particuliers
de dépannage

L'oscillographe
cathodique

bleaux et abaques

NQUIÈME ÉDITION
VUE et AUGMENTÉE

LES ÉDITIONS RAD
42, RUE JACOB — PARIS

R. DE SCHEPPER, ING. A. M.

RADIO-DÉPANNAGE
ET
MISE AU POINT

CINQUIÈME ÉDITION
AUGMENTÉE ET
REMISE A JOUR

SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO
42, Rue Jacob — PARIS (6e)

MCMXLVI

OUVRAGES SUR LE DEPANNAGE

DÉPANNAGE PROFESSIONNEL RADIO, par E. Aisberg. — Toutes les méthodes modernes.

100 PANNES, par W. Sorokine. — Etude pratique de 161 pannes types. Diagnostic et remèdes.

SCHÉMATÈQUE 40. — Etude de 142 schémas de postes commerciaux à l'usage des dépanneurs.

FASCICULES SUPPLÉMENTAIRES DE SCHÉMATHÈQUE. — Chaque fascicule contient 20 à 25 schémas complétant la « schémathèque 40 ». 14 fasciculee parus.

MÉTHODE DYNAMIQUE DE DÉPANNAGE ET DE MISE AU POINT, par E. Aisberg et A. et G. Nissen. — Mesures, alignement et réparation des récepteurs.

Tous droit de reproduction et de traduction,
même partielles, réservés.
Copyright by Editions Radio, Paris, 1946
Dépot légal 3e trim. 1946
N° éditeur : 54, n° imprimerie : 25.

PREFACE

Les récepteurs de T.S.F. deviennent, de par les perfectionnements incessants apportés à la technique radio-électrique, de plus en plus compliqués et leur mise au point plus difficile.

L'appareil de radio est un organisme si compliqué et si délicat que, malgré tous les soins apportés à sa construction, des dérangements et des pannes sont inévitables. Or, rechercher leur cause et y apporter remède devient une entreprise longue et fastidieuse, lorsque l'on ne suit pas une méthode déductive rigoureuse et que l'on se borne à tâtonner au hasard.

Outre les connaissances techniques indispensables, des appareils de mesure ou de contrôle sont tout à fait nécessaires pour faire un diagnostic sérieux.

Le revendeur et le dépanneur n'ont, bien entendu, pas nécessairement besoin d'un équipement complet de laboratoire et peuvent se contenter d'un outillage restreint, mais, encore, celui-ci devra-t-il être choisi judicieusement, grâce à quoi ils s'éviteront bien des déboires et de grandes pertes de temps.

Quant aux constructeurs, ils ne regretteront jamais d'avoir un laboratoire aussi bien équipé que possible. La mise au point des postes modernes ne peut plus, en effet, se faire à l'oreille. Les exigences du public sous le rapport sélectivité ainsi que l'obligation de maintenir, malgré celle-ci, une reproduction musicale convenable, créent des problèmes de mise au point qui ne peuvent se résoudre qu'à l'aide d'instruments de mesure et d'appareils de contrôle. Et encore ces appareils devront-ils être suffisamment précis pour que l'on puisse réellement se fier à leurs indications.

Oui, dira-t-on, mais un pareil équipement coûte un tel prix que seuls les grands constructeurs peuvent s'en payer le luxe. Cela serait vrai si l'on ne pouvait faire autrement que d'acheter de l'appareillage tout fait de grande marque : Hétérodyne modulée avec atténuateur calibré, modulateur également calibré, oscillateur acoustique étalonné en fréquences, etc... Nous espérons, au contraire, démontrer dans cet ouvrage que l'on peut construire soi-même un équipement de laboratoire très complet, et qui permet d'obtenir des résul-

tats pratiques presque équivalents à ceux obtenus dans les laboratoires les mieux équipés, et cela pour une dépense très modique.

Mais il ne suffit pas d'avoir des instruments convenables, il faut encore savoir s'en servir, interpréter les indications qu'ils donnent et en déduire les données utiles.

Or, l'analyse raisonnée des observations faites au laboratoire nécessite évidemment une base suffisante de connaissances théoriques. Les lecteurs de ce livre sont supposés avoir une connaissance élémentaire des principes d'électricité et de radio-électricité. Un rappel de ces connaissances sortirait du cadre de l'ouvrage.

Pour faciliter les recherches et permettre de déterminer rapidement les causes de mauvais fonctionnement d'un récepteur, nous avons établi une table analytique. Pour utiliser celle-ci, il suffira de se reporter à la phrase correspondant le mieux aux observations faites sur le poste.

Il est évident que nous ne saurions avoir la prétention de couvrir tous les cas à l'aide de cette table. Tant de cas particuliers et inédits peuvent se présenter que tout le volume n'y suffirait pas, mais nos lecteurs pourront y trouver un guide utile qui leur permettra presque toujours de se débrouiller.

Il ne serait pas possible non plus de donner le schéma d'un grand nombre de montages différents en indiquant toutes les pannes qui leur sont propres. Pour l'étude de la mise au point des récepteurs, nous donnons le schéma détaillé de trois postes type répondant aussi complètemest que possible à la technique actuelle et correspondant dans leurs grandes lignes au genre de poste dont nos lecteurs auront le plus à s'occuper.

En tout état de cause, le revendeur devra toujours insister auprès du constructeur de la marque qu'il représente pour avoir le schéma exact de tous les modèles.

Pour ceux qui ne redoutent pas de faire une dépense un peu plus forte pour leur équipement, nous avons inclus un chapitre relatif à l'emploi de l'oscillographe cathodique, appareil très utile, devenu aujourd'hui heureusement d'un prix abordable et qui permet l'analyse visuelle de la plupart des phénomènes électriques.

Enfin, comme nous désirons faire de notre ouvrage un véritable vade-mecum du technicien, nous l'avons terminé par une série de tables donnant des renseignements généraux et quelques données mathématiques.

Quoique nous ayons apporté tous nos soins à l'élaboration de cet ouvrage, nous ne doutons pas qu'il ne soit encore fort imparfait, aussi nous accueillerons avec plaisir les suggestions de nos lecteurs et en tiendrons largement compte pour les éditions ultérieures.

R.D.

INSTRUMENTS DE MESURE

Aucun travail sérieux de dépannage, réglage ou construction ne peut être entrepris sans instruments de mesure.

Les fonctions des divers instruments utilisés en radio-électricité peuvent pratiquement se ramener à deux : La mesure des **tensions** et celle des **intensités,** effectuées au moyen de **voltmètres** et **d'ampèremètres** (plutôt, dans la plupart des cas, de milliampèremètres, ce qui est la même chose).

Ces deux types d'appareils ne sont d'ailleurs, en réalité, que des applications différentes d'un même instrument : le **galvanomètre à cadre,** comme nous le verons plus loin.

Faire une mesure électrique quelconque consiste à prélever aux dépens de la source de courant une certaine énergie, employée, sous forme de force motrice, à faire dévier l'aiguille d'un instrument indicateur.

Plusieurs procédés peuvent être utilisés pour transformer de la sorte l'énergie électrique en mouvement. On trouve en effet des appareils électromagnétiques, thermiques, électrostatistiques, etc., qui répondent à diverses conditions d'emploi.

Les appareils de mesure les plus couramment employés sont basés sur des phénomènes magnétiques. On peut concevoir un appareil tout à fait rudimentaire (fig. 1). Dans un solénoïde (2) parcouru par le courant à mesurer, peut plonger plus ou moins profondément ou noyau de fer (1) retenu par un ressort. Une aiguille solidaire du noyau peut se déplacer le long d'une graduation (3). Plus le courant sera intense, plus grande sera la

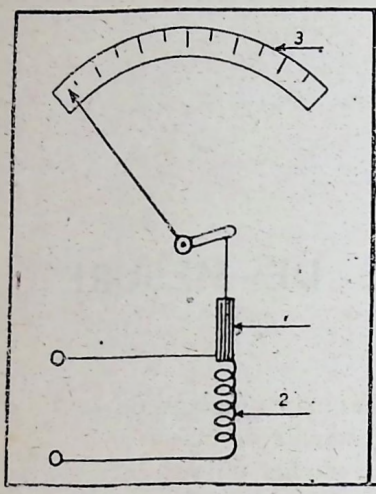


Figure 1

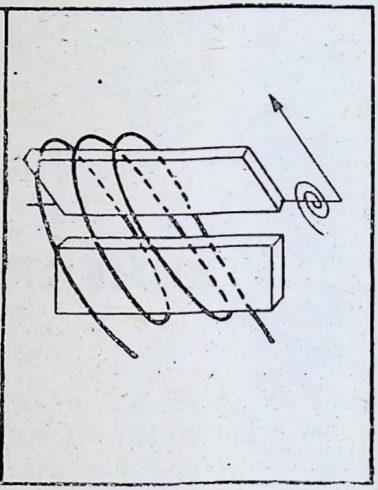


Figure 2

traction exercée sur le noyau et plus grand le déplacement de l'aiguille.

Un pareil dispositif est fort peu sensible en ce sens qu'il nécessite une intensité relativement élevée pour obtenir une déviation appréciable. Il constitue néanmoins le principe général de certains appareils bon marché.

Une variante du principe ci-dessus est utilisée dans les appareils à répulsion (fig. 2).

Dans ceux-ci une armature fixe et une palette mobile, à laquelle est couplée l'aiguille, sont aimantées toutes deux par un enroulement fixe et de telle façon que les pôles de même nom se font vis-à-vis. Il en résulte une répulsion entre la pièce mobile et l'armature fixe.

L'avantage de ces appareils est qu'ils fonctionnent aussi bien en alternatif qu'en continu, aussi sont-ils beaucoup utilisés pour les tableaux de distribution d'énergie électrique.

Leur consommation est trop élevée pour la plupart des emplois en T.S.F. Un appareil de ce type est cependant utile pour la vérification des transformateurs d'alimentation.

La figure 3 montre le mécanisme intérieur d'un appareil de tableau à répulsion, pour courant industriel.

Un troisième système d'appareils de mesure électrique est le galvanomètre à cadre, dont le principe est le suivant (fig. 4). Un léger cadre rectangulaire (4) portant un enroulement de fil est monté sur deux pivots et peut tourner dans un espace annulaire délimité par un noyau cylindrique (3) et des pièces polaires en fer doux (2). Sur celles-ci est monté un aimant permanent (1) Le cadre est maintenu dans une position déterminée par un

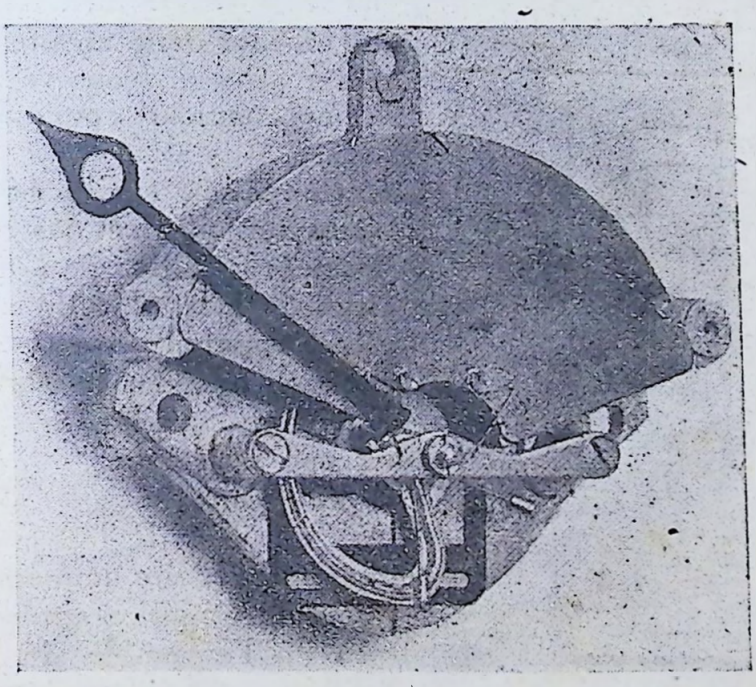


Figure 3

ressort spiral ; il porte une aiguille qui se meut le long d'une graduation (5).

Si nous lançons un courant à travers l'enroulement du cadre mobile, celui-ci tournera d'un certain angle et s'arrêtera au moment où le couple moteur sera équilibré par l'élasticité du spiral.

En réalité il y a deux ressorts agissant en sens contraire de manière à obtenir une position d'équilibre à vide plus nette.

Pour en arriver aux données pratiques, nous dirons que, pour les mesures **courantes** à faire dans les appareils de T. S. F., un voltmètre consommant 1 milliampère à la déviation totale, est le plus avantageux parce que réalisant le meilleur compromis entre le prix, la précision et la robustesse.

On définira cet appareil en disant qu'il a une résistance de 1.000 ohms par volt. En effet, une tension de 1 volt fait passer 1 milliampère à travers une résistance de 1.000 ohms. Si l'on désire que la déviation totale indique, par exemple, 100 volts, la résistance totale devra être 100.000 ohms.

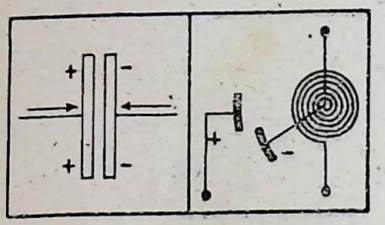


Figure 6

Figure 7

Cette résistance est composée de la résistance intérieure de l'appareil plus une résistance extérieure appropriée.

Ce sujet sera développé dans le chapitre consacré à la construction d'un appareil de mesure universel.

Pour des raisons purement mécaniques on ne saurait faire passer une intensité élevée dans l'enroulement du cadre mobile. Quand on veut faire des mesures de **courant**, on dérive donc la plus grosse partie du débit à travers une résistance placée **en parallèle** sur la bobine mobile et appelée pour cette raison **shunt.** (On appelle souvent de ce nom des résistances placées **en série** avec l'instrument dans un voltmètre, mais c'est là une erreur).

L'opération revient en quelque sorte à mesurer la tension développée aux bornes de ce shunt.

Nous arrivons maintenant à une autre catégorie d'instruments de mesure : Les voltmètres du type **électrostatique.**

Ces appareils n'ont aucune consommation de courant et permettent de faire des mesures sur des circuits extrêmement résistants.

Leur principe est le suivant Si nous plaçons à faible distance l'une de l'autre deux plaques métalliques et si nous appliquons à chacune une tension relativement élevée et de signe contraire,

nous pourrons constater qu'elles sont attirées l'une vers l'autre (fig. 6).

Généralement, les armatures d'un condensateur exercent l'une sur l'autre une attraction qui est proportionnelle à la tension qui y est appliquée.

Un voltmètre électrostatique n'est, en fait, autre chose qu'un petit condensateur variable à air, analogue, mais en beaucoup plus petit, à ceux servant à l'accord dans les récepteurs.

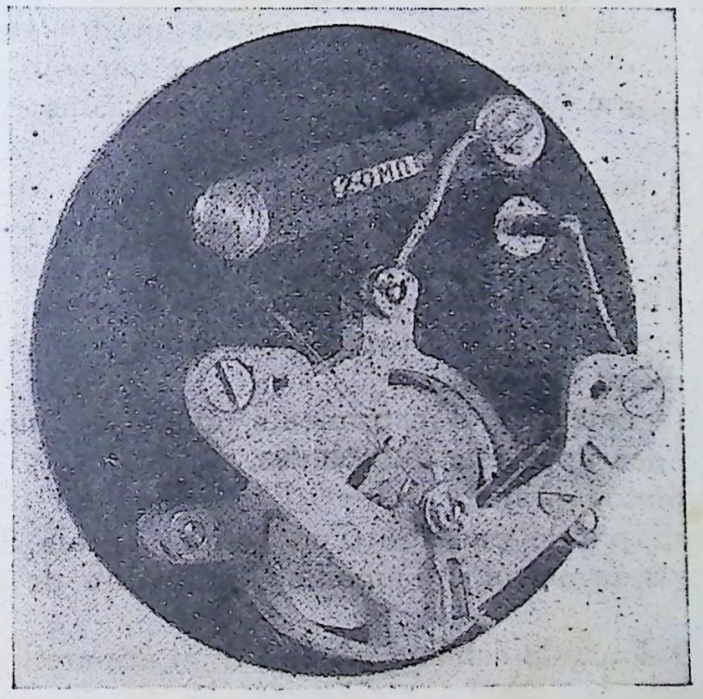


Figure 8

En appliquant une tension entre les deux séries de lames, celles-ci ont tendance à rentrer les unes entre les autres en faisant tourner l'axe (fig. 7).

Le défaut de cet appareil est qu'il ne fonctionne qu'à partir d'une tension assez élevée. Il est pratiquement impossible d'obtenir d'indication utile en-dessous de 50 volts pour les voltmètres les plus sensibles.

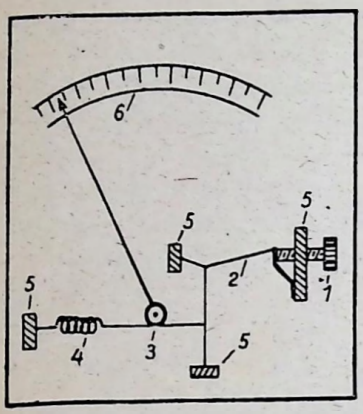


Figure 9

Par contre, il convient admirablement pour la mesure de tension à partir de quelques centaines de volts. Il est donc extrêmement utile pour le dépannage des oscillographes cathodiques et des récepteurs de télévision.

Il mesure aussi bien le continu que l'alternatif, même de fréquence élevée, mais dans ce dernier cas il ne faut pas perdre de vue qu'il a une certaine capacité et que, par conséquent, sa consommation est nulle.

La figure 8 montre la construction intérieure d'un voltmètre électrostatique. On y distingue les lames mobiles et les lames fixes. La résistance de 2 M que l'on aperçoit, est en série avec les lames fixes. Elle sert à limiter le courant et à empêcher par conséquent un court-circuit au cas où, par suite d'un accident, les lames entreraient en contact.

La dernière catégorie d'instruments, que nous mentionnerons ici, est celle des appareils **thermiques.**

Ils ont, comme principe initial, l'échauffement d'un conducteur résistant, par le passage d'un courant, mais différent par la façon de transmettre à l'aiguille l'indication de la température.

La figure 9 donne le schéma général d'un appareil à dilatation. Un fil d'alliage de nickel (2) est parcouru par le courant à mesurer. Il est fixé en (5) et la tension peut être ajustée par une molette (1). A un point du fil, est attachée une cordelette de soie qui s'enroule autour d'une poulie (3) sur laquelle est fixée l'aiguille. Cette dernière peut se déplacer le long de la graduation (6). Le cordonnet de soie est tendu au moyen d'un ressort (4). Quand le courant passe par le fil résistant, qui est exactement tendu, il s'allonge et permet au cordonnet, qui est tiré par le ressort, de le faire dévier d'une certaine quantité, ce qui entraîne en même temps la poulie et l'aiguille.

CONSTRUCTION D'UN APPAREIL DE MESURE UNIVERSEL

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que la consommation d'un appareil de mesure, destiné à la vérification des appareils radio-électriques, devait être aussi minime que possible sous peine d'avoir des indications tout à fait inexactes.

D'autre part, les mesures à prendre dans un appareil de T.S.F. concernent des tensions de valeurs très différentes ; depuis quelques volts jusqu'à plusieurs centaines de volts. Cette condition exclut l'emploi du voltmètre électrostatique qui ne convient que pour des tensions élevées. Il y a également des mesures d'intensité à prendre. Celles-ci peuvent aussi varier entre quelques microampères et plusieurs ampères.

Pour avoir la sensibilité et la précision voulue, nous devrons employer des appareils à cadre.

Un galvanomètre à cadre, de précision, étant un appareil coûteux, il y a intérêt à n'en employer qu'un seul pour toutes nos mesures tant de tension que d'intensité.

Nous choisirons donc un milliampèremètre gradué de 0 à 1 milliampère, c'est-à-dire que la déflexion totale de l'aiguille indiquera que l'appareil est traversé par un courant de 1 milliampère.

La consommation totale de l'appareil ne dépassera donc jamais 1 mA, ce qui permet une lecture suffisamment précise dans tous les cas rencontrés en pratique courante de la T.S.F.

Ce choix est déterminé par deux facteurs : d'abord la solidité. Si nous avions choisi un instrument plus sensible (par exemple un microampèremètre de 0-100 μA), il y aurait danger de voir celui-ci mis hors service en cas de fausse manœuvre.

D'autre part, le modèle choisi est très facile à se procurer et les résistances nécessaires ont des valeurs simples qu'il est facile de trouver.

Voyons maintenant comment utiliser cet appareil comme **voltmètre.** Il nous faudra connaître sa résistance propre. Cette indication est d'ordinaire fournie par les fabricants. Comme dans un appareil de bonne marque cette résistance est très faible (une centaine d'ohms au plus), elle peut être négligée pour la mesure des tensions élevées, mais pour les tensions très faibles ainsi que pour la mesure des intensités il est nécessaire d'en tenir compte.

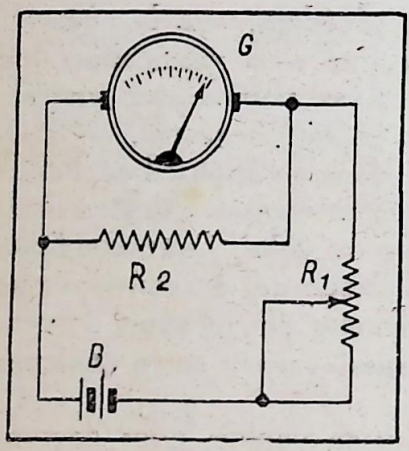


Figure 10

On peut déterminer la résistance propre d'un appareil de mesure de la manière suivante (fig. 10).

B est une source de tension (un accumulateur de 4 volts par exemple). R_1 est une résistance, réglable que l'on ajustera de manière à obtenir un débit de 1 milliampère, soit exactement la déviation maximum de l'appareil.

La loi d'ohm nous indique 4 volts, la résistance, R_1 devrait être de 4.000 ohms moins la résistance interne de l'appareil. En pratique, on utilisera, pour constituer cette résistance, un potentiomètre de 5.000 ohms, ce qui est une valeur courante.

Pour connaître la résistance propre de l'appareil, il nous suffira de chercher une résistance R_2 qui, mise en parallèle sur l'appareil, ramène la lecture exactement à 0,5 milliampère. La valeur de cette résistance sera alors exactement la même que celle de l'instrument.

Les résistances du commerce au carbone sont suffisamment précises pour donner une indication valable. Il en faudra trois ou quatre de 100 ohms et de 200 ohms, valeurs courantes.

La résistance totale, obtenue par la mise en parallèle de plusieurs résistances, se déduit de la formule :

$$\frac{I}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \ldots\ldots \text{ etc.}$$

Par exemple deux résistances de 100 ohms en parallèle donnent 50 ohms, quatre donnent 25 ohms, etc.

En combinant les résistances deux à deux ou trois à trois, on arrivera à déterminer, avec une approximation suffisant pour les besoins courants, la résistance interne de l'instrument.

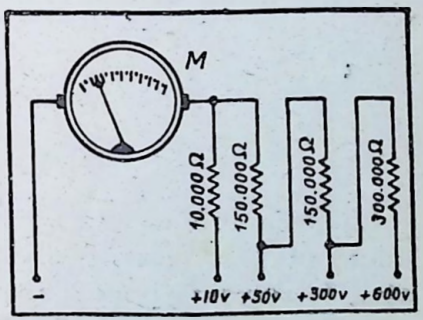


Figure 11

Nous pouvons maintenant déterminer facilement les résistances nécessaires pour la plupart des lectures courantes.

Tenant compte que la consommation de l'appareil est de 1 mA, à déflexion totale, il suffira de mettre en série autant de fois 1.000 ohms que l'on désire mesurer de volts à déflexion totale, en déduisant la résistance propre de l'appareil.

Celle-ci est toutefois, d'ordinaire, si faible que l'on peut la négliger pour toute lecture dépassant 1 volt.

Les valeurs ci-dessous sont les plus utiles pour les besoins normaux de la radio :

Lecture maximum	Résistance en série
0— 10 volts	10.000 ohms
0—150 volts	150.000 ohms
0—300 volts	la résistance précédente plus 150.000 ohms.
0—600 volts	les deux résistances précédentes plus 300.000 ohms.

Nous avons utilisé des résistances au carbone du type 1 watt qui ont été trouvées suffisamment précises pour les besoins courants. (On les obtient sur demande avec une exactitude de 1 %). La figure 11 donne le schéma complet d'un voltmètre à 4 lectures établi comme ci-dessus.

Pour la mesure des intensités, les résistances, comme nous l'avons dit, ne doivent plus être mises en série mais **en parallèle,** et ici la connaissance de la résistance interne de l'appareil est nécessaire si l'on ne dispose pas d'un autre appareil de mesure déjà étalonné.

Les lectures les plus courantes en T.S.F. peuvent être faites à l'aide des trois graduations suivantes :

0— 10 mA.
0—100 mA,
0—500 mA.

La première servira pour vérifier le débit des lampes des premiers étages. pour le réglage des postes au moyen du V.C.A., etc., la seconde pour les lampes de puissance. réglage de polarisation. mesure en « outputmeter», etc., la troisième pour mesurer le courant anodique des gros amplificateurs ainsi que le courant de chauffage des filaments sur secteur continu.

Il est bien entendu facile de réaliser autant de sensibilités différentes que l'on voudra, mais, à part de ces cas spéciaux, les trois ci-dessus suffiront.

Pour la détermination de la valeur des shunts, il suffit d'appliquer la formule des résistances en parallèle, considérant l'instrument comme une des résistances.

Le but du shunt étant de dériver une partie du courant à mesurer, nous voyons que, si nous avons à faire à un courant de 10 mA, il s'agira de faire passer 1 mA dans l'instrument et 9 mA à travers le shunt. Le rapport des intensités est de 1/9.

De même, si nous voulons mesurer 100 mA, il faudra faire passer 99 mA par le shunt, le rapport des intensités devient 1/99.

Par conséquent, si la résistance de l'instrument est r, la résis-

tance du shunt sera r/9 ou r/99 et ainsi de suite. A titre d'exemple, pour un appareil ayant une résistance interne de 50 ohms, nous aurons les valeurs pratiques ci-dessous :

0— 10 mA	5,55 ohms,
0—100 mA	0,55 ohm,
0—200 mA	0,25 ohm,
0—500 mA	0,10 ohm.

Pour l'établissement de shunts, il faut utiliser un métal dont la résistance ne varie que faiblement sous l'effet de la température (fil de « constantan ») et en mettre une longueur suffisante pour assurer une dissipation rapide de la chaleur engendrée par le passage du courant.

Il n'est pas très facile d'établir des résistances d'aussi faible valeur sans un appareil de mesure étalon.

Nous conseillons donc de faire l'étalonnage à l'aide d'un autre appareil de mesure ; mais, bien entendu, il faut que ce soit un appareil de précision sur lequel on puisse compter.

On pourra, pour cela, se servir d'une source de courant quelconque, accumulateur ou pile, et, à l'aide d'une résistance variable établir à travers les deux instruments en série, un courant d'intensité voulue.

Précaution indispensable : Shunter l'appareil à étalonner, par une résistance notablement **plus faible** que celle présumée nécessaire et augmenter progressivement celle-ci jusqu'à concordance des lectures.

Il suffit, pour cela, de prendre un morceau de fil constantan, suffisamment long et d'en fixer le bout à une des bornes de l'instrument de mesure. A l'autre borne l'on attache un morceau de fil terminé par une pince crocodile. Avec celle-ci on pince le fil de constantan tout près de la borne à laquelle il est attaché. On peut alors déplacer la pince progressivement jusqu'à obtention de la résistance voulue.

On coupe le fil à longueur, on en fait un petit boudin que l'on monte entre les deux bornes sur une plaquette en bakélite. Il faut

avoir soin d'utiliser une section de fil résistant suffisant pour que la longueur nécessaire soit de l'ordre de 25 cm au moins, faute de quoi il est très difficile d'obtenir la précision désirable.

Si l'on se trouve dans l'impossibilité de disposer d'un appareil de mesure, on pourra, à la rigueur, établir les shunts par le procédé ci-après :

Il faut une batterie d'accumulateurs de 100 volts bien chargée et en parfait état.

On fera, si la tension est plus élevée, une prise après le 50e élément, de manière à avoir une tension de 100 volts, très exactement. Cela a pour but de simplifier les calculs.

On shunte l'instrument de mesure par un fil muni d'une pince comme ci-dessus et on le branche aux bornes de la source de 100 volts, en série avec une résistance dont la valeur est choisie suivant le débit à obtenir.

Ainsi, pour obtenir un débit de 10 mA sous 100 volts, il faut 10.000 ohms. Théoriquement, il faut déduire de cette valeur la résistance totale du circuit, soit donc celle de l'instrument plus la résistance interne de la batterie. Cette dernière peut-être considérée comme nulle pour une batterie en bon état. La résistance de l'appareil de mesure shunté étant de l'ordre de 5 ohms pour le débit envisagé, on peut également la négliger, l'erreur qui en résulte étant de l'ordre de 0,01 %, donc très inférieure aux nécessités pratiques.

Tout dépend donc de l'exactitude de la tension aux bornes de l'accumulateur. Ici, il convient d'insister sur la nécessité d'avoir des bornes très propres pour ne pas introduire de résistance parasite.

La résistance de 10.000 ohms peut être du type au carbone 3 watts.

Pour obtenir un débit de 100 mA, on utilisera une résistance de 1.000 ohms. Comme celle-ci doit dissiper 10 watts pendant les opérations, on prendra 4 résistances de 3 watts de 250 ohms que l'on mettra en série.

Cette même résistance permettra l'établissement d'un shunt pour 200 mA si on le désire. Il suffira de régler celui-ci de ma-

nière à amener l'aiguille exactement **au milieu** de la graduation au lieu de rechercher la déflexion maximum.

Pour la lecture 500 mA, il faudrait une résistance de 200 ohms, mais le débit serait trop intense pour une batterie de tension anodique du type courant. Il vaut mieux utiliser une résistance de 400 ohms et régler le shunt jusqu'à ce que l'aiguille s'arrête exactement au milieu de la graduation, ce qui correspond à un débit de 250 mA. Encore ne devra-t-on pas trop prolonger cette opération, car un débit de 250 mA dépasse de beaucoup le régime normal de décharge de la batterie, et on risquerait de fausser les résultats par le fait que la tension ne serait plus exact.

La résistance de 400 ohms sera constituée par 4 résistances 3 watts de 100 ohms en série.

Attention ! Sous peine de brûler l'enroulement de l'instrument de mesure, il faut absolument qu'il soit constamment shunté pendant ces opérations. C'est-à-dire que **la pince crocodile ne peut absolument pas quitter le fil de constantan tant que le courant passe.**

Il vaut mieux procéder par tâtonnements, **en coupant chaque fois le courant,** plutôt que de faire glisser la pince le long du fil.

La figure 12 donne le schéma de l'instrument de mesure universel complet pour mesures en courant continu.

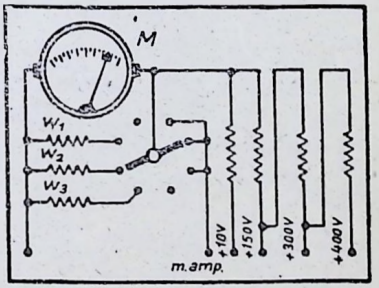


Figure 12

Un combinateur à quatre positions permet les diverses lectures d'intensités ou la lecture des tensions.

Utilisation d'un instrument de sensibilité différente : Un milliampèremètre de 0-1 mA ayant une consommation de 1 mA à déflexion totale suffit pour tous les besoins normaux de dépannage. Toutefois, dans certains cas spéciaux, une précision plus grande peut être désirable, ou bien encore le lecteur sera en possession d'un instrument d'une sensibilité différente.

Il est facile de calculer, dans ce cas, la valeur des résistances, en appliquant la formule donnée au début du chapitre.

C'est ainsi que, pour un milliampèremètre de 0-0,5 mA il faudra **doubler** la valeur des résistances pour la lecture des tensions et **diminuer de moitié** la valeur des shunts pour la mesure des intensités, pour autant que la résistance propre de l'instrument ait la même valeur. Le voltmètre ainsi constitué est dit à résistance de 2.000 ohms par volt.

On peut, à la rigueur, utiliser aussi un milliampèremètre de 0-2 mA, ce qui donne une résistance de 500 ohms par volt. Nous ne conseillons pas l'emploi d'un instrument ayant une plus grande consommation : Les lectures auraient une divergeance trop grande avec la réalité dans la plupart des circuits d'un récepteur de T.S.F.

MESURES EN ALTERNATIF

Un appareil à cadre du type utilisé ci-dessus ne fonctionne que sur courant continu. Il faut donc, pour mesurer des tensions ou des intensités alternatives, y adjoindre un dispositif **redresseur.**

Il existe des redresseurs secs à oxyde de cuivre, spéciaux pour appareils de mesure, notamment ceux fabriqués par la Compagnie Westinghouse. Ces derniers existent en trois modèles, respectivement pour des débits de 1,5 et 10 mA.

Le modèle pour 1 mA convient pour faire toutes les mesures de tension avec l'appareil universel que nous venons de décrire.

La mesure des intensités alternatives présentant un intérêt moindre dans le domaine radio-électrique, nous renverrons le lecteur désireux de construire un appareil plus complet à d'autres ouvrages (1).

Il est à remarquer que l'appareil muni de son redresseur indique **le courant moyen redressé,** alors que l'on s'exprime d'ordinaire en **volts efficaces**. Il suffit de savoir que la relation entre courant moyen et courant efficace est 1/1, 11, soit une différence d'un peu plus de 10 %.

Quand le milliampèremètre muni de son redresseur indique 1 mA, cela signifiera qu'il est traversé par un courant efficace de 1,11 mA.

---

(1) par exemple : *F. Haas, L'Omnimètre,* Editions Radio.

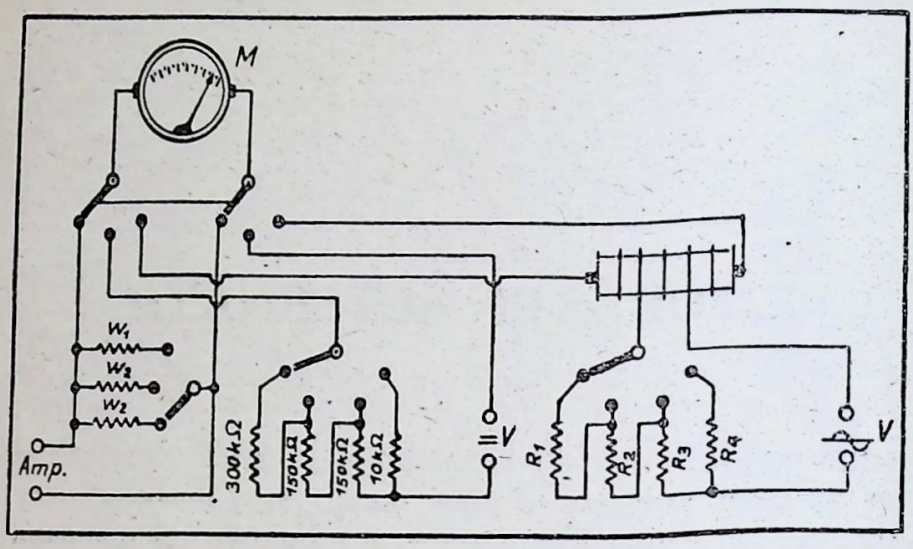


Figure 13

Si l'on désire une grande exactitude, le mieux sera de faire un étalonnage soigné par comparaison avec un instrument à redresseur du commerce.

La figure 13 donne le schéma d'un appareil de mesure complet, pour alternatif et continu.

La valeur des résistances pour les mesures en alternatif est la suivante, lorsque l'on utilise une cellule de redressement Westinghouse type « Spot » 1 mA :

$R_1 = 8.250$ ohms,
$R_2 = 130.000$ ohms,
$R_3 = 135.000$ ohms,
$R_4 = 270.000$ ohms.

Ces valeurs peuvent être obtenues en mettant en série plusieurs résistances du commerce de valeurs courantes.

La cellule oxymétal ne présente une caractéristique linéaire qu'à partir d'une certaine tension. Il en résulte que, pour l'échelle 0-10 volts, il est nécessaire de faire un étalonnage spécial, tout au moins pour la moitié inférieure de la graduation, soit de 0 à 5 volts.

CAUSES D'ERREURS DANS LES MESURES

D'une manière générale, ainsi que nous le verrons plus loin, les quantités à mesurer dans un poste de T.S.F. peuvent différer de 10 % de celles indiquées par la théorie sans effet appréciable sur le rendement. Des divergeances beaucoup plus importantes peuvent même souvent être tolérées.

Dès lors, on se demandera peut-être pourquoi un appareil de grande précision est nécessaire.

En réalité, on a toujours intérêt à ce que l'instrument lui-même soit aussi précis que possible, car les causes d'erreur peuvent s'ajouter et provoquer finalement une interprétation par trop fantaisiste et n'ayant plus aucun rapport avec la réalité.

Nous donnons ci-dessous une série de causes pouvant influer sur l'exactitude des lectures.

1° **Erreurs dues aux caractéristiques du circuit.** — Soit à mesurer, par exemple, la tension qui existe à la plaque d'une lampe couplée par résistance-capacité : La résistance d'anode est de 200.000 ohms et la tension d'alimentation de 250 volts. La consommation de la lampe est de 0,5 mA.

La tension réelle existant au point P est de 250 volts moins la chute de tension causée dans la résistance R par le débit de la lampe (soit 100 volts). Elle est donc de 150 volts.

Branchons au point P (fig. 14) un voltmètre ayant, à pleine déflexion, une consommation de 1 mA et une lecture totale de

300 volts. La résistance de cet instrument est de 300.000 ohms. Pour une tension de 150 volts, la consommation de l'instrument serait donc de 0,5 mA, soit un débit de même importance que le courant de la plaque de la lampe. Si cette dernière était une simple résistance, la tension au point P tomberait à 75 volts. Comme, toutefois, une lampe ne suit pas la loi d'ohm, il y a une certaine compensation et on lira quelque chose comme 80 volts. Cela constitue néanmoins une erreur de 45 % environ, ce qui est bien déroutant pour un novice.

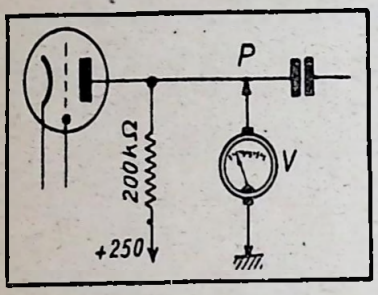


Figure 14

Des erreurs de même ordre se produisent chaque fois que l'on fait une mesure dans un réseau ayant une résistance ohmique totale élevée. Nous voyons donc combien il est désirable que la résistance de l'instrument soit aussi élevée que possible.

Remarquons que, si nous avions fait la mesure en nous servant de l'échelle 0-600 volts, pour laquelle la résistance de l'appareil est deux fois plus élevée, nous aurions eu une erreur moitié moins grande.

La lecture, toutefois, ne serait pas très claire. C'est néanmoins ainsi qu'il faut procéder si l'on veut avoir une indication proche de la réalité.

2° **Erreurs dues aux caractéristiques de l'instrument.** — Les instruments de mesure ne sont pas parfaits. Une précision quasi absolue n'est obtenue que par les instruments **étalons** de laboratoire qui coûtent des prix extrêmement élevés et ne seraient d'ailleurs d'aucune utilité pour le dépanneur.

Les bons instruments courants ont une précision garantie de l'ordre de 2 %, ce qui est largement suffisant. Cela veut-il dire que l'erreur est proportionnellement la même d'un bout à l'autre de l'échelle ?... Aucunement : En général, la précision la plus grande est obtenue vers les 4/5e du cadran.

Tout au début de la graduation, il y a trop peu de force mo-

trice pour vaincre les frottements du pivot ; vers la fin de la course, les variations d'élasticité du ressort de rappel peuvent se faire sentir.

La température a une action sur les instruments de mesure, mais elle est suffisamment compensée, dans les appareils de

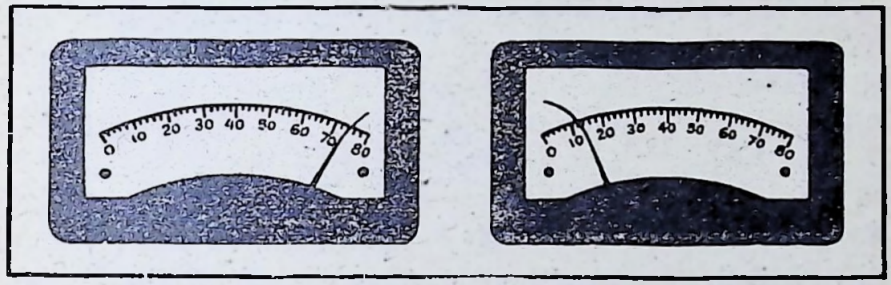


Figure 15

bonne qualité, pour pouvoir être négligée, au moins dans les conditions où le dépanneur est appelé è travailler.

La position de l'instrument peut avoir une influence non négligeable sur la précision des lectures.

Certains types sont construits pour fonctionner verticalement, d'autres pour être toujours placés horizontalement, enfin, pour certains, la position est indifférente.

Il y a lieu, pour un instrument déterminé, d'examiner si la position de l'aiguille change lorsqu'on le place dans diverses positions. L'équilibre de l'aiguille à la position 0 est souvent réalisé par des contre-poids (appareils vertical) et, lorsque l'on couche l'instrument, ceux-ci n'agissent plus. Une remise à 0 au moyen de la vis prévue à cet effet ne corrige, dans ce cas, nullement l'erreur. Lorsque, par suite d'un accident, l'aiguille est pliée (fig. 15) (lecture d'une tension beaucoup trop élevée pour l'échelle employée), il ne faudrait pas croire qu'il suffit de ramener la pointe sur le 0 au moyen de la vis de réglage : Les lectures seraient dans ce cas très inexactes. Il est indispensable de redresser l'aiguille.

Des erreurs peuvent également se produire par suite d'un trop grand serrage des chapes du pivot, d'un pivot faussé, etc...

3° **Erreurs dues à l'opérateur.** — La principale est dite « erreur de parallaxe » et elle provient de ce que l'on ne se place pas exactement en face de l'aiguille pour faire la mesure.

La figure 16 indique ce qui se passe. Pour obvier à cet inconvénient, on emploie une aiguille aussi fine que possible (aiguille couteau) et on la place très près du cadran.

Dans les instruments de grande précision, le cadran comporte, sous la graduation, une surface argentée formant miroir qui renvoie l'image de l'aiguille. Lorsqu'on la regarde bien de face, l'aiguille masque exactement sa propre réflexion dans le miroir et l'on sait alors que l'on est dans la bonne position pour faire la lecture.

4° **Erreurs dues à des causes extérieures.** — Les indications d'un instrument de mesure peuvent être entièrement faussées

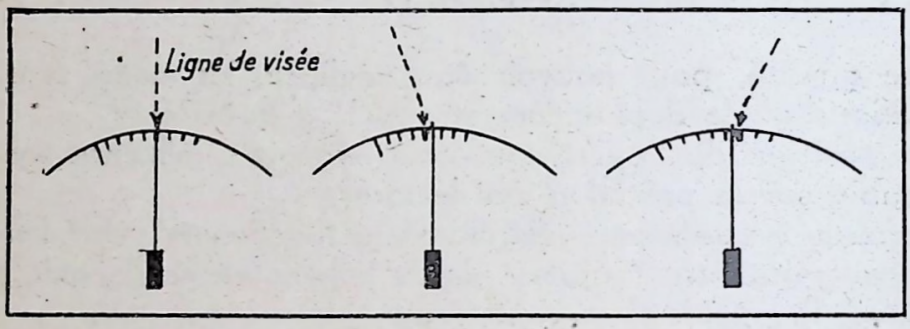


Figure 16

(erreur de 50 % et plus) si l'on place l'instrument dans un champ magnétique puissant.

Une bobine de filtrage, un H.P., peuvent produire cet effet. Conclusion : ne pas placer l'instrument sur le châssis du poste ou dans l'ébénisterie ; opérer avec des cordons assez longs pour pouvoir le laisser sur la table.

Le fait de frotter, par temps sec, le verre de l'instrument avec un chiffon, ou même parfois avec le doigt, produit l'électrisation d'une portion de la surface du verre. Le champ électrostatique peut être suffisant pour attirer l'aiguille et la maintenir loin de sa position zéro.

CONSTRUCTION ET ETALONNAGE D'UNE HETERODYNE

La vérification et la mise au point d'un récepteur doit obligatoirement se faire dans des conditions aussi semblables que possible de celles dans lesquelles il devra normalement fonctionner.

Il n'est toutefois pas possible de disposer à toute heure de la journée d'un choix d'émissions convenables et, de plus, l'emploi de celles-ci pourrait donner lieu à de grandes difficultés à cause des parasites industriels ou atmosphériques.

Les émissions nécessaires aux opérations de réglage d'un poste doivent donc être produites sur place et c'est la fonction de l'hétérodyne de laboratoire, petit émetteur à faible puissance que l'on peut régler sur toute longueur d'onde désirable.

Il est nécessaire, toutefois, que l'on puisse agir sur l'intensité de cette émission, car autrement on pourrait aboutir à la saturation complète du poste si celui-ci était très sensible et, de plus, il faut pouvoir se rendre compte de l'effet d'une émission faible et lointaine.

On pourrait, à la rigueur, doser l'émission en éloignant plus ou moins l'hétérodyne du poste, mais ce serait là une manière fort primitive, et il est plus logique de munir l'appareil d'un dispositif de sortie réglable.

Il est toutefois nécessaire, dans ce cas, de le blinder totalement pour que les courants H.F ne puissent rayonner autour de l'appareil et être captés autrement que par les connexions de

moyens de fortune, d'arriver à une fréquence déterminée, et ce n'est d'ailleurs pas du tout nécessaire pour le travail courant. Il suffit que le signal soit rendu audible par un son quelconque bien distinct.

Pour moduler une hétérodyne, il y a plusieurs moyens, mais le plus simple consiste à utiliser une lampe séparée que l'on fait osciller en B.F.

Les deux lampes sont couplées de telle manière que les oscillations se superposent. Dans les hétérodynes de laboratoire, le degré de couplage est variable, et l'on peut appliquer à l'émission un **taux de modulation défini et exactement mesuré.**

Dans un appareil simple destiné à des besognes courantes, un tel dispositif n'est pas indispensable. Il serait, de plus, difficile à étalonner correctement.

On se contentera de rendre l'émission nettement audible dans le haut-parleur sans trop pousser la modulation, ce qui pourrait donner lieu à des inconvénients.

Le schéma d'un appareil facile à réaliser est donné par la figure 18.

Comme lampe oscillatrice, nous utilisons une heptode (6A7, 6A8 ou EK2). L'oscillation est produite par couplage entre la cathode et la grille n° 1. Les grilles n°s 2, 3 et 5 sont reliées ensemble et reçoivent une tension de l'ordre de 100 volts par l'intermédiaire de la résistance R_3 de 30.000 ohms.

Le signal B.F. est fourni par une lampe triode ordinaire ou une penthode H.F. montée en triode en réunissant les grilles 2 et 3 à la plaque (6C5, 76, EBC3, 6C6, 6J7, EF6 ou toute lampe similaire).

T est un vieux transformateur B.F. (rapport 1/3 ou 1/5) dont on aura retiré presque tout le fer. Les caractéristiques des transformateurs étant très différentes il faudra procéder par tâtonnements jusqu'à ce que l'on obtienne un son clair et agréable à l'oreille. Il faudra aussi, bien entendu, chercher le sens de l'enroulement primaire ou secondaire qui permet d'obtenir l'oscillation. Le primaire est dans le circuit de plaque et le secondaire dans celui de grille.

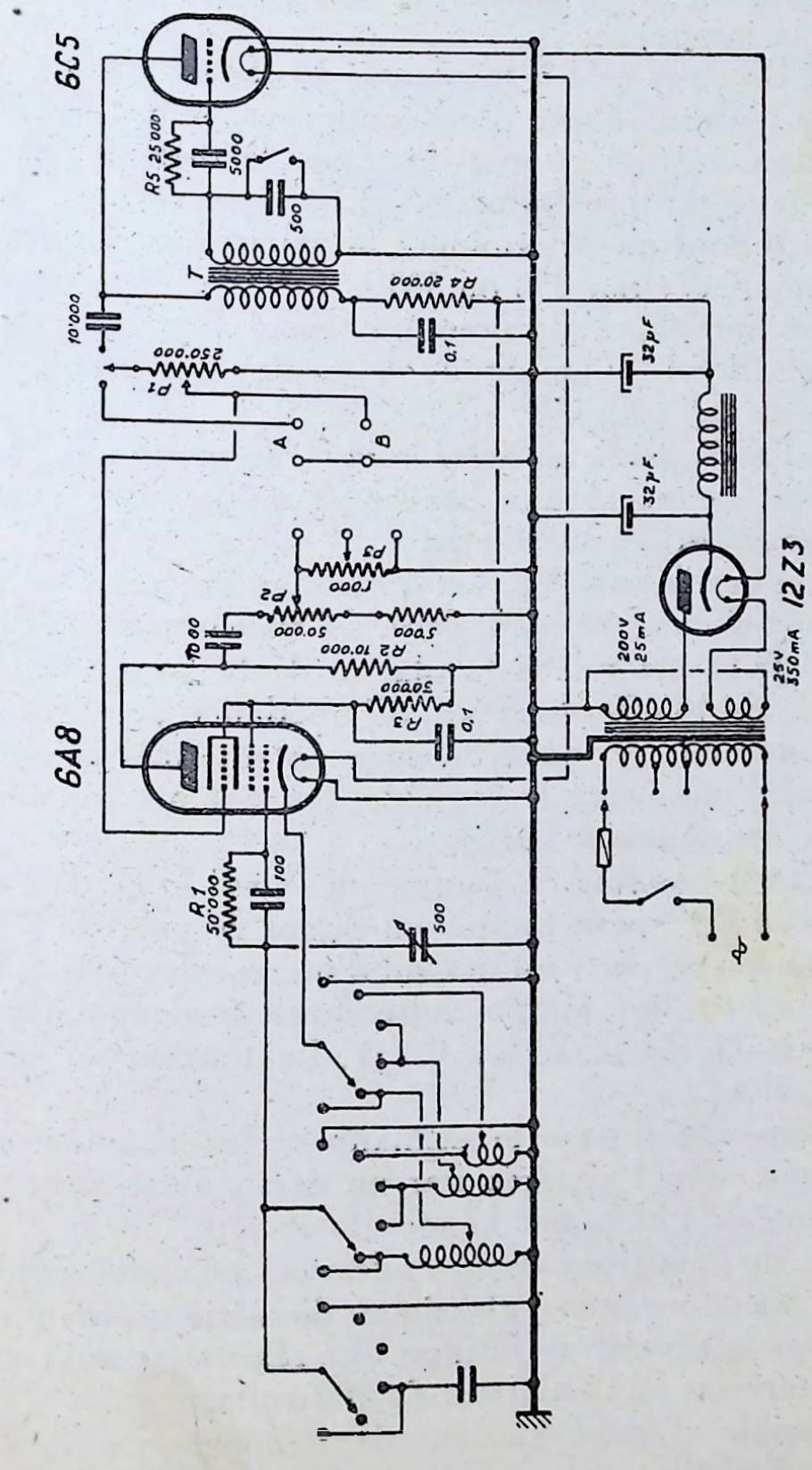

6C5
6A8
1273
R5 25 000
5000
500
T
R4 20 000
0,1
10 000
250 000
P1
A
B
32 pF
32 pF
P3
P2
50 000
5000
R2 10 000
30 000
R3
0,1
200 V
25 mA
25 V
350 mA
R1
50 000
100
500

Figure 18

dont deux de préférence à court-circuitage, l'élément simple servant pour la mise en circuit de la capacité d'appoint.

Une des positions extrêmes qui court-circuite le tout et arrête l'oscillation est à utiliser quand on veut la BF. seule.

On soude directement les bobinages au combinateur au moyen des cosses ; le tout forme un bloc compact avec des connexions réduites au minimum de longueur.

On doit enfermer l'appareil dans une boîte en tôle étanche comprenant, de préférence, un compartiment séparé pour l'alimentation. On peut facilement loger le tout dans une boîte de $20 \times 17 \times 12$ cm.

Il faut choisir comme condensateur d'accord un modèle ayant environ 470 à 500 µµF de capacité maximum avec une résiduelle de l'ordre de 35 µµF. On trouve encore assez facilement des condensateurs d'accord simples provenant d'anciens postes à cadre et qui conviennent fort bien. On devra cependant veiller à ce qu'il n'y ait absolument pas de jeu dans les coussinets.

Le cadran doit être assez fortement démultiplié et on donnera la préférence à un entraînement par friction car les engrenages ont toujours un léger jeu.

Il existe d'anciens types de multiplicateurs utilisés pour ces mêmes postes à cadre qui sont exactement ce qu'il faut. Souvent la face offre une surface sur laquelle il y a moyen d'inscrire des repères. Sur certains modèles il est possible de tracer soi-même à l'encre de Chine des graduations en fréquences.

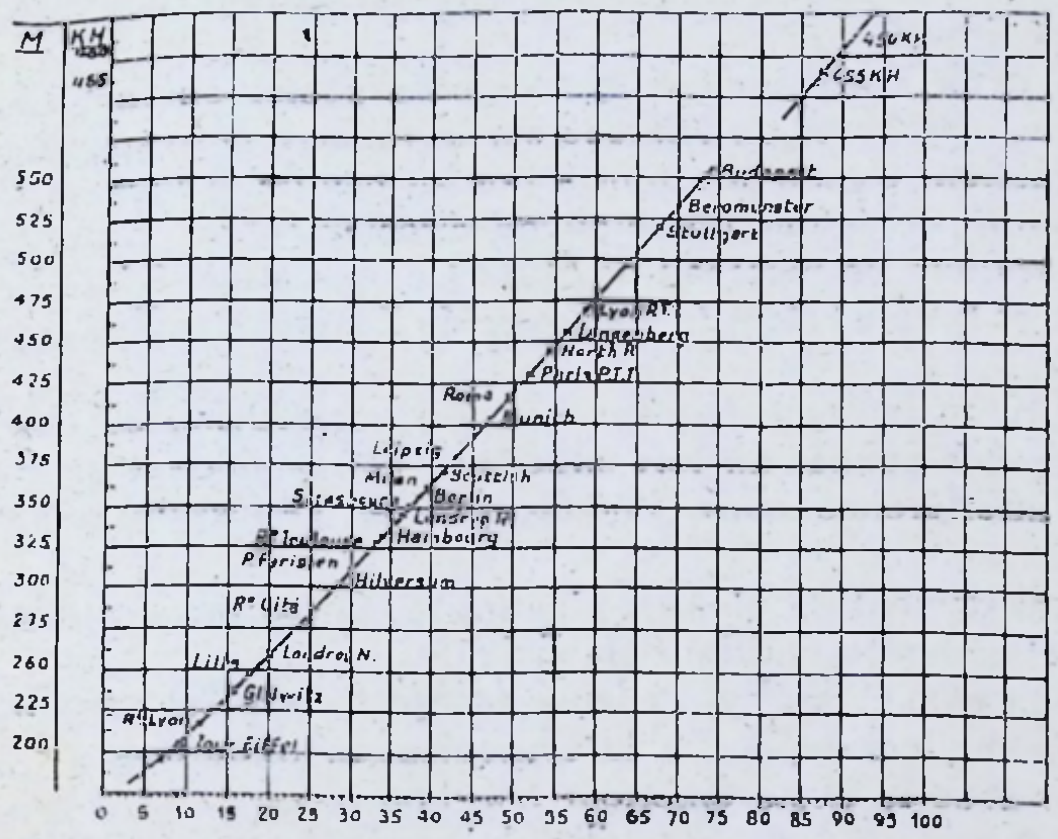
On utilisera de préférence des couleurs différentes pour chaque gamme.

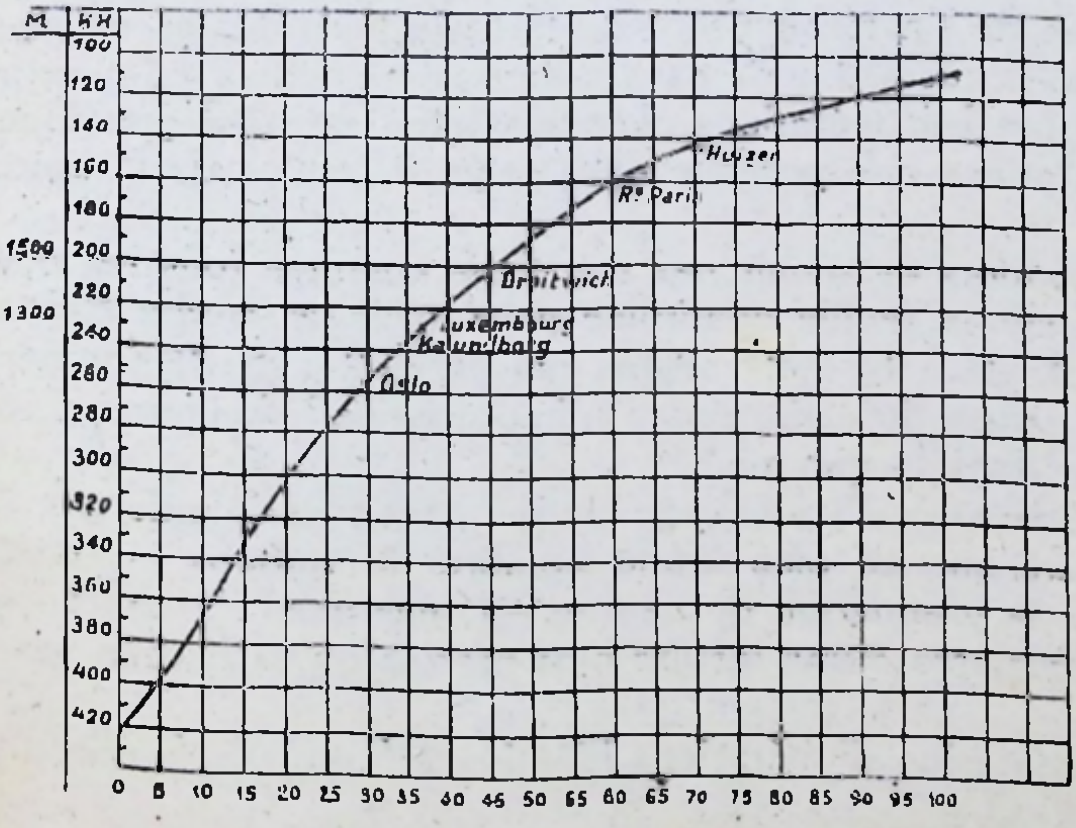
Etalonnage

La méthode la plus simple consiste à utiliser un poste récepteur fonctionnant normalement.

On préparera une feuille de papier millimétré, sur laquelle on tracera une ligne verticale et une autre horizontale (fig. 20 **a** et **b**). Sur la première on indiquera les longueurs d'onde de 190 à 600 mètres, sur la seconde les degrés du cadran.

On prendra alors, à l'aide du récepteur, une série de stations facilement identifiables.


M
KH
550
525
500
475
450
425
400
375
350
325
300
275
260
225
200
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100
Stuttgart
Lyon R.T.
Paris P.T.T.
Rome
Munich
Leipzig
Milan
Berlin
Hambourg
Hilversum
Londres N.
Lille
Gleiwitz
Tour Eiffel


M
KH
100
120
140
160
180
1500
200
220
1300
240
260
280
300
320
340
360
380
400
420
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100
Huizen
Droitwich
Luxembourg
Kaundborg
Oslo

Commençons, par exemple, par une station régionale sur 200 mètres environ.

Après avoir correctement syntonisé le poste, on met l'hétérodyne en marche et on l'amène sur le réglage correspondant à cette émission, c'est-à-dire tout à fait au bas de la gamme P.O. Il est inutile de réunir l'hétérodyne directement au poste pour cette opération, un morceau de fil quelconque attaché à la borne de sortie et traînant dans le voisinage de l'antenne suffira comme couplage.

En tournant lentement le bouton de l'hétérodyne, on entend, à un moment donné, un fort sifflement correspondant au battement d'interférence entre l'hétérodyne et l'émission que l'on reçoit.

La note devient de plus en plus grave, passe par un point de silence et remonte ensuite vers l'aigu.

Le point exact, où il y a silence **complet** entre les deux zones de sifflement, correspond à la syntonisation rigoureuse de l'hétérodyne avec le poste émetteur que l'on reçoit.

D'autre part, sur notre feuille de papier nous marquons un point à l'intersection de la ligne verticale, correspondant au degré du cadran de l'hétérodyne et de la ligne horizontale correspondant à la longueur d'onde exacte du poste émetteur en question

On répète les opérations ci-dessus pour un aussi grand nombre de stations que possible dans toute l'étendue de la gamme P.O.

Il suffit alors de réunir par une ligne continue tous les points marqués sur la feuille quadrillée pour avoir la **courbe d'étalonnage P.O.** de notre hétérodyne, qui permettra de déterminer la position exacte du cadran pour n'importe quelle longueur d'onde comprise dans la gamme.

La précision de l'étalonnage est d'autant plus grande que l'on aura opéré sur un plus grand nombre de stations et, d'autre part, que la graduation du cadran est plus fine. Un cadran gradué en 180° sera d'une lecture plus précise qu'un cadran gradué en 100°.

Une succession d'opérations identiques fournit la feuille d'étalonnage G.O.

Pour la gamme O.C., c'est un peu plus difficile, d'abord parce que les stations-repères sont groupés par bandes de fréquences; ensuite parce que les harmoniques de l'hétérodyne sont plus rapprochées (sur le cadran) et qu'il est facile de les confondre avec la fréquence fondamentale.

Pour être sûr que c'est celle-ci que l'on reçoit, on cherchera si aucun signal ne peut être obtenu en réglant l'hétérodyne sur une fréquence **plus élevée.**

Ajoutons que, du côté du récepteur, il y a aussi de l'incertitude parce que les programmes sont souvent diffusés sur plusieurs longueurs d'ondes simultanément et que l'on trouve des groupes d'émissions de même nationalité ou de même langue très voisines les unes des autres.

Il reste maintenant à déterminer le réglage de l'hétérodyne correspondant aux fréquences utilisées en M.F.

Si l'hétérodyne est destinée à des travaux sur toutes sortes de postes du commerce, il ne suffira pas d'avoir le réglage correspondant à une fréquence déterminée (par exemple 100 kHz), mais bien toute une gamme de fréquences, car il n'y a malheureusement en Europe aucune standardisation dans la construction des supers et chaque constructeur utilise une M.F. différente selon sa fantaisie. On trouve donc différentes fréquences comprises entre 100 et 160 kHz et, d'autre part, un groupe différent entre 450 et 480 kHz.

En France, grâce à l'initiative du S.P.I.R., depuis 1937 la **valeur standard** adoptée pour la M.F. est de **472 kHz.** On la trouvera donc sur tous les récepteurs récents de construction française.

Il va de soi que les M.F. sont choisies autant que possible dans les longueurs d'onde où il n'y a aucune station radiophonique, ni station télégraphique puissante; faute de quoi l'on pourrait avoir des interférences fort gênantes.

Nous ne pouvons donc déterminer le réglage par la méthode précédente.

Il existe, heureusement, un procédé fort simple qui permet d'arriver au même résultat : Il suffit d'utiliser une **harmonique** de notre hétérodyne. En effet, une lampe qui oscille ne produit

pas une fréquence unique. Si le circuit est réglé sur une fréquence, mettons de 600 kHz, il y aura production simultanée des fréquences 1.200 kHz, 1.800 kHz, etc., correspondant à 2, 3, 4 fois, etc., la fréquence **fondamentale.**

Ces émissions supplémentaires sont appelées harmoniques par analogie avec un phénomène correspondant qui se produit dans le domaine de l'acoustique.

Les harmoniques sont plus faibles que l'émission fondamentale et d'autant plus qu'elles en sont plus éloignées.

Avec l'hétérodyne décrite on peut toutefois aisément détecter la 10e harmonique.

Pour déterminer des fréquences situées en dehors de la gamme du broadcasting, nous utiliserons des stations dont la longueur d'onde correspond à une des harmoniques de la M.F. sur laquelle on veut accorder l'hétérodyne.

La façon de procéder est la suivante :

Prenons le poste Droitwich. La longueur d'onde de cette station est 1.500 mètres, soit 200 kHz exprimée en fréquences. Mettons en marche l'hétérodyne sur la gamme GO. En amenant le réglage sur cette fréquence, nous aurons le sifflement habituel : Le point de repère exact de cette station a été trouvé tout à l'heure.

Règlons maintenant l'hétérodyne sur une longueur d'onde plus grande. Nous trouverons, quelque part au-delà de Huizen, un nouveau point d'interférence mais donnant un sifflement un peu plus faible. C'est l'harmonique 2 de l'hétérodyne qui bat maintenant avec Droitwich. Nous en concluons qu'elle est maintenant réglée exactement sur 100 kHz.

Nous marquons soigneusement sur le cadran un repère correspondant au point de silence de ce réglage. Normalement, avec un bobinage établi exactement comme nous l'avons indiqué, ce point doit tomber dans la gamme de G.O. quelques degrés avant la fin de course du cadran.

Il se peut, toutefois, que, par suite des caractéristiques du condensateur d'accord utilisé, on ne le trouve pas. Il faudra alors ajouter **en parallèle** sur le condensateur une capacité au mica de 100 ou 200 µµF que l'on puisse mettre hors circuit au moyen d'un

interrupteur. On n'utilisera cette capacité que pour la gamme des M.F., car autrement on risquerait de ne plus couvrir convenablement les autres gammes.

Ayant trouvé le point d'accord de 100 kHz, on détermine alors d'autres par le même procédé : Luxembourg 1.300 mètres (230 kHz) donnera un point correspondant à 115 kHz.

Ces points seront reportés sur la feuille d'étalonnage G.O., ou bien, si l'on a été obligé d'utiliser une capacité supplémentaire, sur une feuille spéciale.

Dans ce dernier cas, on reportera sur cette feuille le repérage direct de Huizen (160 kHz) pour pouvoir tracer la courbe complète de la gamme M.F. basse.

Nous pouvons maintenant, à l'aide de la courbe, déterminer toutes les M.F. comprises entre 100 et 160 kHz.

Pour faciliter la lecture, on complète l'échelle en mètres de la feuille par une échelle juxtaposée en kilohertz. Il suffira pour cela de se reporter à la table de conversion figurant à la fin de l'ouvrage.

Pour placer très exactement un repère sur le cadran, correspondant à une M.F. dont on a couramment à se servir, on peut faire un contrôle en utilisant cette fois l'harmonique 5 ou 6. Ces dernières battent avec des stations de la gamme P.O. et, comme celles-ci sont plus nombreuses, elles comprennent un plus grand choix d'étalons.

Soit, par exemple, à déterminer 110 kHz : On commence par régler l'hétérodyne aussi exactement que possible sur cette fréquence en se servant de la courbe d'étalonnage déterminée ci-dessus. On prend alors sur le récepteur la station Cologne : Fréquence 658 kHz. Cette fréquence est très proche de l'harmonique 6 (660 kHz) de l'hétérodyne réglé sur 110 kHz ; toutefois, comme celle-ci assez faible, il peut être nécessaire de rapprocher de l'antenne le fil de couplage de l'hétérodyne.

En réalité si nous accordons alors l'hétérodyne sur le point de silence nous aurons 658 :6= 109,6 kHz, soit une erreur de 0,34 kHz en moins, trop petite pour affecter le moins du monde le fonctionnement d'un poste réglé sur cette base.

Par le même procédé on peut déterminer 130 kHz par exem-

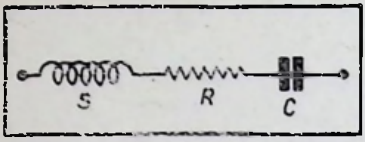


Figure 21

Les valeurs standard sont :

S = 20 microhenrys,
R = 25 ohms,
C = 200 μμF.

Dans la pratique on peut se passer de S, et on donnera les valeurs suivantes :

R = 100 ohms,
C = 200 μμF.

CONSTRUCTION D'UN VOLTMÈTRE A LAMPE

Un moyen facile de mesurer des tensions alternatives, de fréquence élevée, est de les détecter au moyen d'une lampe, c'est-à-dire de les redresser. On opère ensuite comme s'il s'agissait de mesurer un courant continu.

On pourrait aussi les redresser au moyen d'une cellule oxymétal comme nous l'avons fait pour les courants alternatifs à basse fréquence. Il existe un type spécial (Westector) établi par Westinghouse pour réaliser la détection dans les postes récepteurs. Toutefois, outre que ce dispositif est assez peu sensible, il ne présente pas le même avantage que la lampe qui assure en même temps une **amplification** des quantités à mesurer.

On peut, de plus, amplifier les courants H.F. avant leur détection et aussi les courants détectés. C'est exactement ce qui se passe dans un poste récepteur de T.S.F.

Nous laisserons de côté les nombreux usages que l'on fait du voltmètre à lampe dans les laboratoires pour ne considérer que les applications intéressant le technicien dépanneur.

L'emploi principal qu'il fera de ce dispositif sera pour l'alignement des circuits résonnants des postes récepteurs. Lorsqu'un poste est muni de la C.A.V., il suffit d'intercaler un milliampèremètre dans le circuit de plaque d'une des lampes sur lesquelles agit le système pour avoir une indication visible du réglage des circuits. Beaucoup de postes datant de quelques an-

nées, sont d'ailleurs équipés d'un indicateur visuel d'accord constitué par un dispositif électromagnétique ou par une lampe au néon. A la rigueur, les indications fournies par ces accessoires peuvent servir à faire un alignement des circuits, mais elles sont d'ordinaire insuffisamment nettes pour un travail précis.

Par contre, une lampe indicatrice du type cathodique (6E5, 6G5, EM1, EM4, etc.), donne une indication dont la précision ne laisse rien à désirer. C'est pratiquement l'équivalent d'un voltmètre à lampe.

Deux procédés classiques existent pour le réglage visuel des circuits : l' « output-meter » qui est un instrument connecté derrière la lampe finale et qui mesure le **courant BF** débité par celle-ci et le voltmètre à lampe connecté en parallèle avec la détectrice ou à un point judicieusement choisi du circuit de C.A.V.

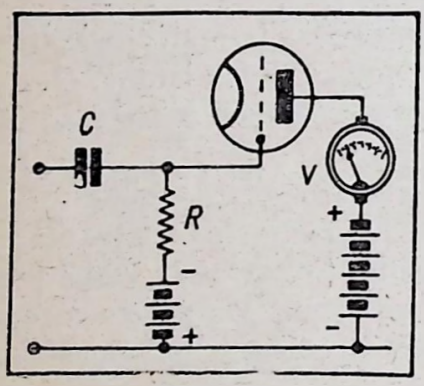


Figure 22

Dans le premier cas, il est nécessaire de fournir au poste une onde-porteuse **modulée** pour que l'appareil donne une indication quelconque. On doit donc disposer d'une hétérodyne modulée.

De plus, les lectures peuvent être rendues inexactes par suite de défauts dans les parties détectrice et BF du poste qui interviennent pour l'obtention de la mesure.

Le second système, qui est une mesure directe de la H.F., ne demande aucune modulation du signal. On peut donc se servir d'une hétérodyne non modulée ou, à défaut, d'une onde porteuse.

Le principe fondamental du voltmètre à lampe, est celui de la détectrice par caractéristique de plaque, c'est-à-dire une lampe de type quelconque dont la grille est polarisée négativement au point exact ou le courant anodique égale 0. Un milliampèremètre est intercalée dans le circuit de plaque.

La figure 22 donne le schéma théorique.

Tout signal **alternatif** appliqué à la grille de cette lampe fait

naître un courant de plaque qui **augmente** avec le signal et est **proportionnel au courant moyen redressé.**

Le type de lampe à utiliser dépend de l'usage auquel on destine l'appareil. Si l'on a à mesurer des tensions très faibles et qu'il faille par conséquent une grande **sensibilité,** une lampe à grille écran peut être utile. On peut même monter un dispositif à deux étages.

Si, par contre, l'appareil doit supporter des tensions alternatives assez élevées, il faut utiliser une lampe capable de les « digérer ». Dans ce cas, une triode B.F. s'impose, voire une lampe de puissance.

La capacité C, indiquée dans le schéma théorique, est destinée à isoler la grille du circuit fournissant la tension à mesurer pour éviter de court-circuiter le dispositif de polarisation de grille.

Sa valeur peut être très petite (100 µµF) s'il s'agit de mesurer uniquement des tensions H.F. Pour les mesures en B.F. cette capacité devra être augmentée jusqu'à 0, 1µF environ.

R est une résistance de fuite assurant la polarisation de la grille. Sa valeur peut être d'autant moins élevée que C est plus grand. Une bonne valeur moyenne est 1 mégohm. On ne doit, toutefois, pas perdre de vue que cette résistance shunte le circuit dans lequel on fait la mesure et, par conséquent, diminue l'impédance de celui-ci, ce qui peut avoir des inconvénients dans certains cas. On ne peut donc pas adopter une valeur trop faible.

La figure 23 donne le schéma d'un voltmètre à lampe complet.

L'appareil est destiné à fonctionner sur le secteur alternatif.

L'alimentation est assurée par un transformateur simplifié comportant deux enroulements secondaires seulement : l'un donne environ 250 volts sous 25 mA, l'autre fournit le courant nécessaire pour le chauffage de deux lampes en série, soit 200 ou 300 mA sous une tension appropriée aux types de lampes utilisées.

Les lampes suivantes conviennent comme redresseuse : 12Z3 (série américaine) ou CY1 (série européenne). A défaut on peut utiliser les lampes 25Z5, 25Z6 ou CY2.

Le courant redressé est filtré au moyen de deux résistances de 5.000 ohms (5 watts).

Entre les deux pôles de l'alimentation se trouve une chaîne de

résistances, composée d'un potentiomètre bobiné de 5.000 ohms (5 watts), d'une résistance bobinée de 10.000 ohms (10 watts) et d'un second potentiomètre de 5.000 ohms de même type que le premier.

Le potentiomètre P_1 sert à régler le point de fonctionnement de la lampe en déterminant la polarisation de grille.

P_2 permet, quel que soit le point de fonctionnement, de ramener l'aiguille de l'instrument de mesure à 0.

On voit, en effet, que la lampe forme une des branches d'un pont de Wheatstone dont les autres sont formés respectivement de R_3 (plus une fraction des deux potentiomètres) de R_4 et de P_2 (en partie).

L'instrument de mesure sera un milliampèremètre de 0-1 mA (ou 0-0,5 mA) ou, plus simplement, un contrôleur universel du type décrit précédemment. Si l'on veut faire tout à fait bien les choses on utilisera un instrument à 0 central mesurant 0,5 mA de chaque côté, ce qui augmentera les possibilités de l'appareil, et surtout sa commodité d'emploi.

Un second instrument de mesure est nécessaire pour que l'appareil soit complet : c'est un voltmètre d'une résistance d'au moins 500 ohms par volt et ayant une échelle de 0-100 volts. Il sera connecté entre la cathode de la lampe et le côté négatif de de l'alimentation.

Un inverseur est placé dans le circuit de grille de la lampe : dans une position l'entrée se fait à travers un condensateur de 10.000 µµF qui isole la grille de la source du signal à étudier. La tension de polarisation de la grille est transmise par une résistance R_2 qui doit avoir une valeur élevée (1 mégohm au moins) pour amortir aussi peu que possible le circuit auquel l'appareil est connecté. Cette disposition sert aux mesures des tensions alternatives en H.F. et en B.F.

L'autre position de l'inverseur sert pour la mesure des tensions continues avec, cependant, interposition d'un filtre composé de R_1 (1 mégohm) et C_2 (50.000 µµF) pour éliminer des composantes alternatives éventuelles.

Remarquons ici que le milliampèremètre sert plutôt à fournir des **indications** que des **mesures** pour la plupart des opérations

de dépannage ou de réglage et qu'en conséquence il n'est pas indispensable de l'étalonner en volts.

D'ailleurs un étalonnage **direct** en **volts efficaces** n'est pas possible et cela pour plusieurs raisons. Il y a d'abord le fait que,

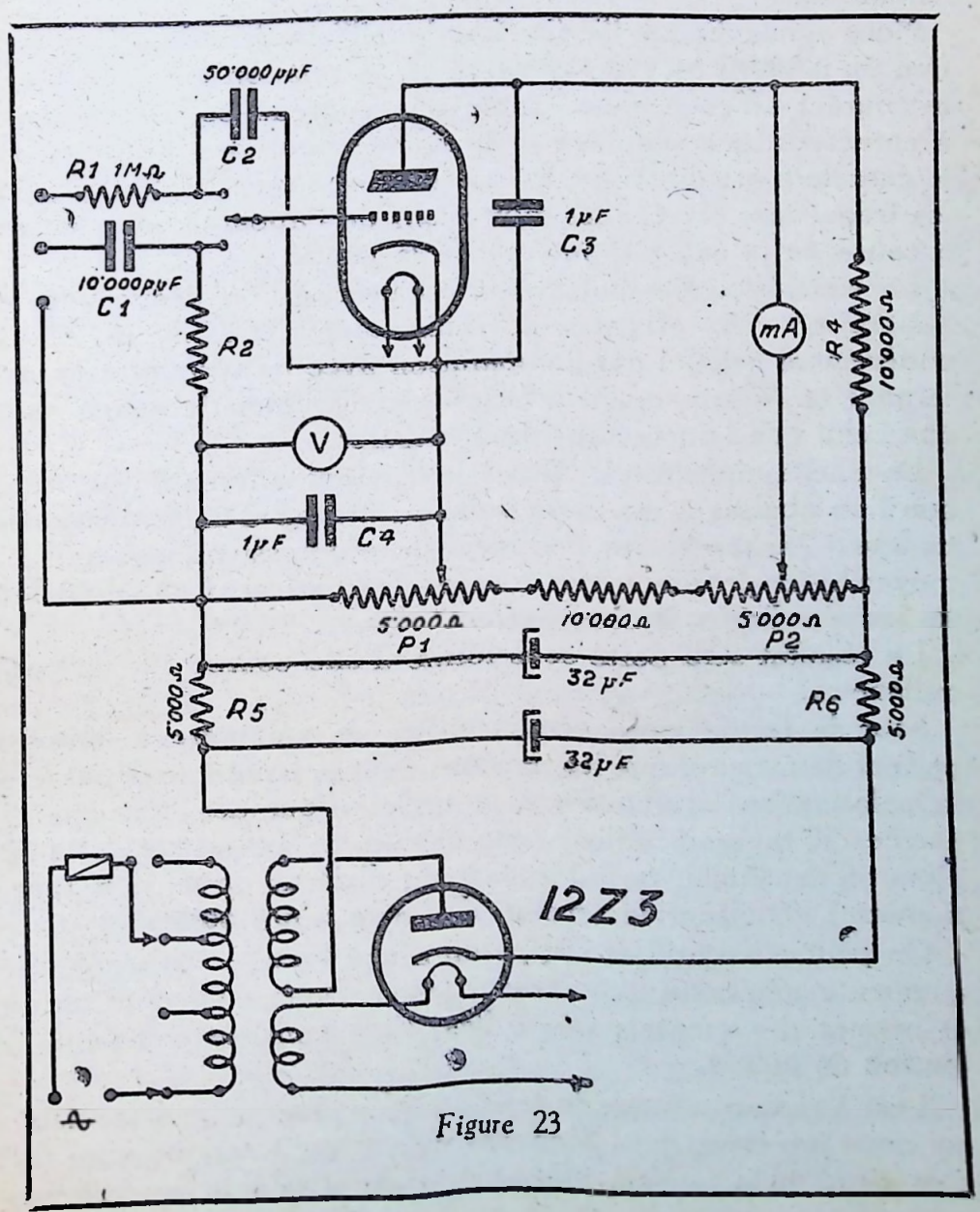


Figure 23

mesures alternatives sans quoi la grille serait en l'air et l'on risquerait de détériorer l'instrument de mesure.

Remarquons que la grille doit être connectée au pôle positif de la tension à mesurer. Cependant avec un instrument de mesure à 0 central la polarité est indifférente.

Il peut aussi être parfois utile d'amener à l'aide de P_2 l'aiguille au **maximum** de lecture. Une tension négative appliquée à la grille est alors indiquée par une **diminution** de courant.

Comme la mesure se fait sans consommer le moindre courant emprunté au circuit de résistance extrêmement élevée comme par exemple le réseau C.A.V., le circuit de détection ou encore la grille d'une lampe oscillatrice (au prix d'un désaccord).

Appliqué au C.A. V. ou, en son absence, au circuit détecteur (en parallèle sur la résistance de détection par exemple), l'appareil constitue un excellent indicateur visuel d'accord pour l'alignement. Dans les schémas types donnés plus loin (fig. 50) on le brancherait avantageusement aux bornes de R_{14}.

Les lampes suivantes sont susceptibles d'être utilisées dans ce montage :

a) lampes à grand facteur d'amplification : 6F5G,75 (partie triode) : instrument de mesure 0-1 ou 0-0.5 mA non shunté.

b) lampes à forte pente : 6C5, 76, 6N7 (2 éléments en parallèle), EBC3 (partie tricde) : l'appareil aura une grande sensibilité ; mais dans le cas de la mesure de signaux forts il faudra shunter l'instrument de mesure pour porter la lecture à 5 ou 10 mA.

UN APPAREIL DE CONTROLE FACILE A CONSTRUIRE

Voici un appareil fort simple et robuste, ne comportant pas d'instruments de mesure délicats et qui peut rendre la plupart des services que l'on obtient d'un voltmètre à lampe dans tous les cas où une mesure précise n'est pas indispensable.

Nous avons vu que l'appareil précédemment décrit est surtout bilité, à la grille duquel on peut appliquer des signaux allant jus-

On peut donc remplacer l'instrument de mesure par une lampe indicatrice à rayon cathodique.

Nous choisirons pour cet usage le tube EM4 à double sensibilité à la grille duquel on peut appliquer des signaux allant jusqu'à près de 20 volts.

La figure 24 donne le schéma de l'appareil complet avec les valeurs à utiliser.

Il y a deux entrées : l'une pour les tensions continues, l'autre pour les signaux alternatifs. Dans ce dernier cas, la partie triode fonctionne en détectrice par carastéristique grille, ce qui lui donne une sensibilité de l'ordre de quelques dizaines de microvolts.

L'alimentation comprend le même transformateur simplifié que celui décrit précédemment. Les deux lampes sont chauffées en série. La lampe redresseuse sera une CY1 ou, à défaut, une lampe quelconque de la série 200 mA avec toutes les grilles reliés à l'anode.

Le filtrage est assuré par une simple résistance de 10.000 ohms bobinée (5 watts).

Une application intéressante, entre autres, de cet appareil, est de servir de galvanomètre pour un pont de mesure.

On alimente ce dernier par du courant alternatif, par exemple le signal B.F. fourni par l'hétérodyne modulée, ou à défaut par du 50 périodes (quelques volts empruntés à un enroulement de chauffage) et on utilise le fonctionnement en détectrice par caractéristique de grille.

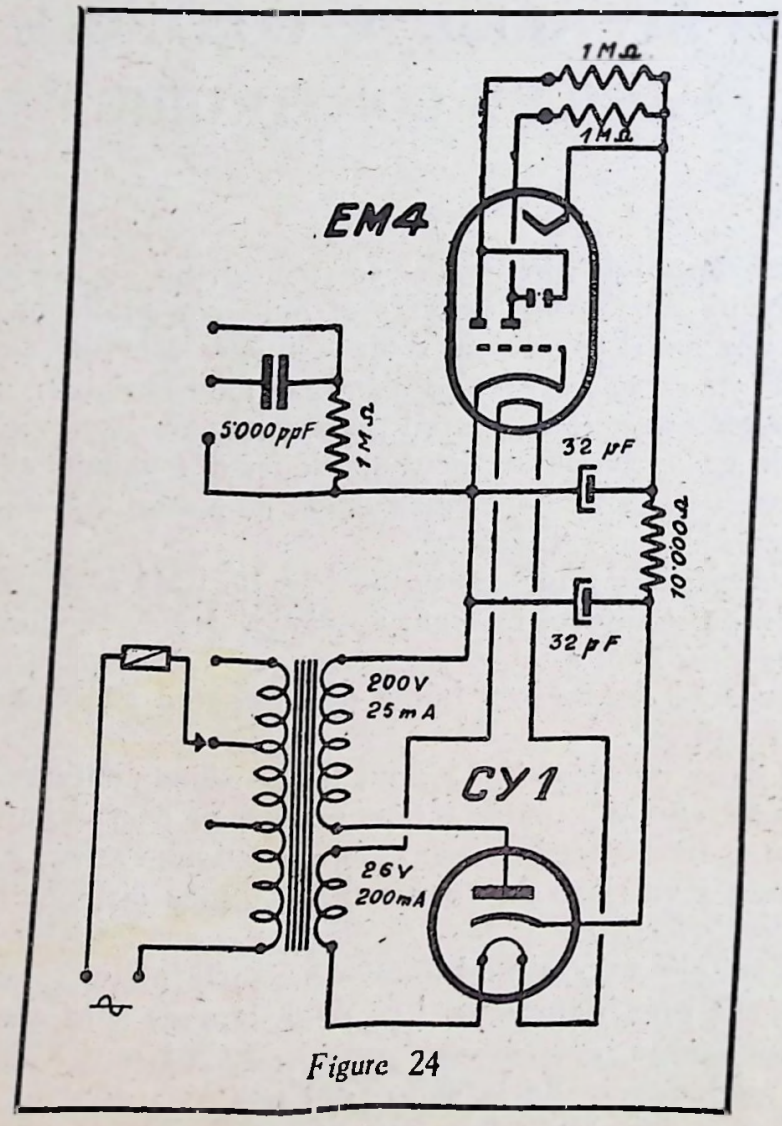


Figure 24

LA VERIFICATION DES LAMPES

Pour pouvoir juger exactement de l'état d'un tube électronique, il faudrait pouvoir en relever les caractéristiques dans des conditions se rapprochant de celles du travail normal.

Cela nécessiterait une installation très compliquée comportant plusieurs appareils de mesure correspondant aux divers électrodes (plaque, grille, écran, cathode), le courant inverse de grille serait décelé par un microampèremètre, et les essais devraient se faire aussi en appliquant une tension alternative à la grille.

Ce genre d'essai n'est toutefois strictement indispensable qu'aux fabricants de lampes ou aux grossistes importateurs.

On peut, pour les lampes courantes, obtenir une indication suffisante de leur état en se bornant à mesurer le courant anodique pour une tension déterminée de grille et de plaque.

Ces tensions ne devront pas être obligatoirement celles correspondant au fonctionnement normal du tube. Il suffira de connaître le débit, dans les mêmes conditions, d'une lampe neuve, de même type, pour pouvoir faire une comparaison utile.

Malheureusement l'effarante multiplicité des types de lampes et surtout des systèmes de brochage, complique singulièrement la construction d'un appareil vérificateur de lampes vraiment universel.

Rien que pour les lampes américaines il faut disposer de plus de dix supports de lampe différents.

Les vérifications indispensables à faire par un revendeur ou dépanneur sont les suivantes :

1° Court-circuits entre éléments internes **à chaud;**

2° Isolement cathode-filament **à chaud;**

3° Soit le courant électronique total (« émission test »), soit **la pente**. Cette dernière mesure étant la plus scientifique.

Eventuellement : Courant de grille-écran et courant inverse de grille.

Il n'est pas du tout indispensable, pour ces essais, de se servir de courant redressé. On peut avoir des indications suffisantes au moyen de courant alternatif brut, la lampe à l'essai faisant elle-même office de redresseuse.

La figure 25 donne le schéma d'un appareil de vérification, simple à réaliser.

On peut le construire de plusieurs manières. Disposer sur un panneau les supports correspondant à tous les modèles de lampe usuels, ou ne monter que quelques supports auxquels on ramène le brochage de toutes les lampes au moyen d'intermédiaires appropriés (voir fig. 88).

La construction est simplifié, mais il faut une collection importante d'intermédiaires.

On peut enfin, lorsque l'on n'a pas de vérifications trop fréquentes à faire, comme c'est le cas de l'électricien de campagne ou du petit détaillant, disposer dans le panneau de l'appareil une cavité dans laquelle on met la lampe **la tête en bas.** Les diverses broches sont reliées aux tensions convenables par des conducteurs souple munis de pinces crocodile. Bien que ce système ait un peu l'air d'un bricolage, il est assez pratique, surtout lorsque l'on a une grande variété de lampes à vérifier.

L'alimentation de l'appareil est assurée par un transformateur donnant une tension de 100 volts (50 mA environ) pour le circuit anodique et comportant en outre un secondaire à prises multiples pour le chauffage.

Un troisième enroulement, de 6 volts, sert à déceler, au moyen d'une lampe-témoin, les court-circuits entre électrodes.

Le circuit de tension anodique comprend une résistance de charge de 10.000 ohms destinée à limiter à 20 mA le débit maximum possible (cas d'une lampe totalement ionisée) et de sauvegarder la lampe ainsi que l'instrument de mesure.

Ce dernier est un milliampèremètre donnant une lecture totale de 20 mA.

Une résistance de 1 mégohm court-circuitable est intercalée dans le circuit de grille. Elle sert à mettre en évidence le courant inverse de grille comme nous le verrons plus loin.

Une polarisation alternative est appliquée à la grille par l'intermédiaire d'une résistance de 500 ohms. Elle n'a pas pour but

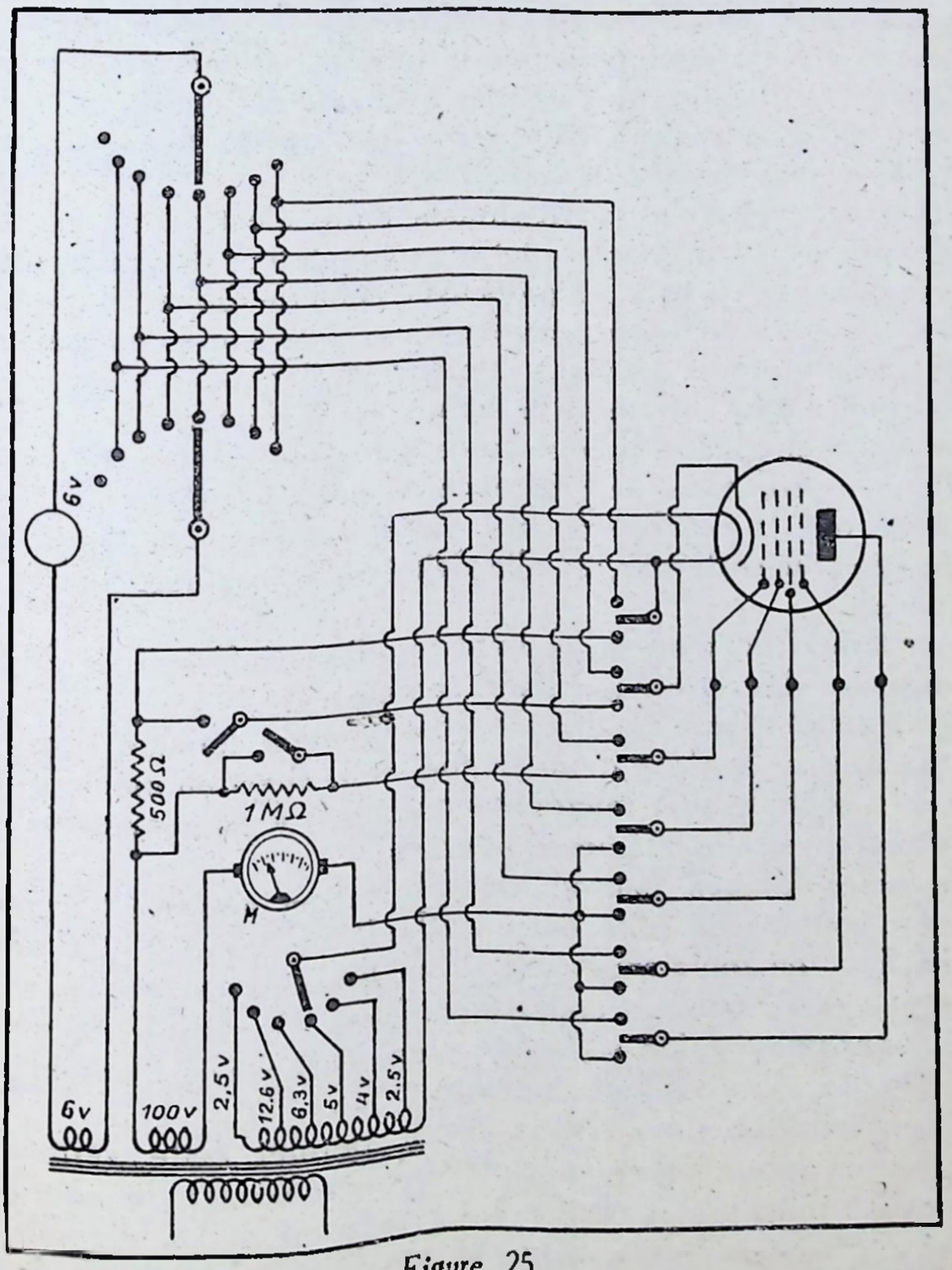


Figure 25

Pour éviter une chute de tension dans le courant continu de plaque qui modifierait les conditions de fonctionnement de la lampe, la composante alternative devra être séparée de ce courant par un filtrage approprié.

Le schéma général à utiliser est donné par la figure 26.

S est une bobine à fer d'une impédance suffisamment élevée par rapport à la résistance interne de la lampe.

Une bonne valeur est 50 henrys, sous un débit de 100 mA. Cela suppose un noyau de fer important pour que l'on reste loin de la saturation lorsque l'enroulement est traversé par le débit de la lampe finale. La résistance ohmique devra être aussi réduite que possible : 300 à 400 ohms au maximum.

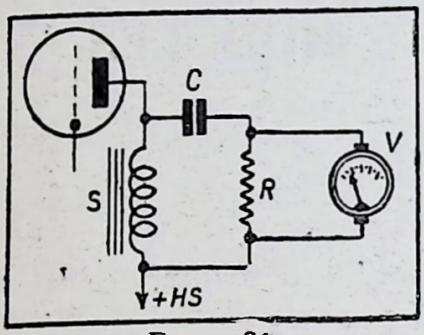


Figure 26

Le courant continu est bloqué par une capacité C qui aura 1 µF au moins.

La résistance R aura pour valeur celle de l'impédance de charge optimum de la lampe finale. Ce renseignement est fourni par le fabricant. Il faut une résistance bobinée capable de supporter une dissipation de plusieurs watts puisque toute l'énergie modulée développée par la lampe y est absorbée.

Pour les penthodes les plus courantes, cette valeur est de 7.000 ohms. Pour une triode de puissance, elle est le plus souvent aux environs de 3.000 ohms.

Le primaire du transformateur de sortie, tel qu'il est branché dans le poste peut servir d'impédance pour une mesure approximative, mais, comme ces transformateurs sont d'ordinaire établis, par raison d'économie, avec une section de fer très faible, leur rendement est loin d'être égal à toutes les fréquences. Les indications ne correspondront donc pas nécessairement aux possibilités du poste lui-même. Elles donneront toutefois une indication utile sur son rendement global, haut-parleur compris.

Pour faire une mesure, il faut faire délivrer par le poste une note continue et, par conséquent, recevoir l'émission d'une hétérodyne modulée par cette note ou bien encore injecter, directe-

ment dans la partie B.F., l'émission d'une hétérodyne à fréquence musicale. (Voir le chapitre suivant).

On lit sur le voltmètre la tension développée aux bornes de la résistance et on en déduit la puissance en watts en appliquant la formule :

$$W = \frac{E^2}{R}$$

où E est la tension et R la résistance (impédance de travail).

Remarque. — E doit être exprimé ici en **volts efficaces.** Nous supposons **a priori** le voltmètre étalonné de cette manière, ce qui est d'ailleurs la règle générale.

Exemple : Nous lisons 100 volts aux bornes d'une résistance de 7.000 ohms, la puissance modulée sera :

$$W = \frac{100 \times 100}{7.000} = \frac{10.000}{7.000} = 1{,}43 \text{ watt modulé}$$

La détermination de l'amplification totale d'un poste a surtout, comme utilité pratique, de permettre la comparaison avec d'autres montages. Elle est plus intéressante pour le constructeur en grande série que pour l'usager ou le technicien dépanneur. Celui-ci n'en tirera guère d'avantages pratiques.

On emploie, pour exprimer l'amplification totale d'un appareil, une unité de mesure spécial : le **décibel,** dont nous donnerons plus loin la définition.

Il est d'usage, en Amérique de prendre comme base de comparaison une puissance de sortie conventionnelle de 50 milliwatts (0,05 watt). Cette puissance est très faible.

La **sensibilité** d'un poste s'exprime en microvolts à la borne d'antenne. Elle est donnée par le nombre de microvolts (ou éventuellement de millivolts) nécessaires pour fournir la puissance de sortie standard de 50 milliwatts. **Le poste est d'autant plus sensible que ce nombre est plus petit.**

Pour déterminer la courbe de fidélité, d'où dépend la qualité de la production musicale d'un amplificateur B.F. ou d'un

poste, il faut disposer d'un appareil générateur de fréquences acoustiques.

Cet appareil devra être correctement étalonné et muni d'un dispositif (volmètre à lampe par exemple), permettant de contrôler sa tension de sortie.

Pour les usages courants une gamme de fréquences allant de 25 à 12.000 p/s est suffisante. Les recherches de laboratoire nécessitent toutefois une gamme notablement plus étendue : 12 à 50.000 p/s au moins.

Nous décrivons au chapitre suivant un appareil générateur d'oscillations B.F. que l'on pourra construire et étalonner soi même. Quoique n'ayant pas la prétention de rivaliser avec les appareils de haute précision utilisés dans les laboratoires, cet appareil pourra néanmoins rendre de très grands services.

Si, au lieu d'étudier simplement le rendement de la B.F., on veut déterminer la courbe d'ensemble du récepteur complet, les oscillations B.F. devront être appliquées à une hétérodyne H.F de manière à moduler l'émission de celle-ci. Le taux de cette modulation devra pouvoir être réglé et rester constant à toutes les fréquences acoustiques. Ce dernier point nécessite des précautions spéciales.

Certaines stations émettent périodiquement des fréquences musicales pour la vérification de leurs propres installations. Malheureusement, ces émissions ne sont pas annoncées et ont souvent lieu très tard le soir.

Si l'on a la chance de pouvoir recueillir l'une d'elles, au moment où l'outputmeter est branché, on pourra faire une très intéressante vérification de la fidélité du récepteur.

Le taux de modulation est, en effet, tenu rigoureusement constant.

Il s'en suit que, si le rendement du récepteur était absolument constant pour toutes les fréquences audibles, la puissance modulée ne varierait pas d'un bout à l'autre de la gamme audible.

C'est là toutefois un idéal impossible à réaliser, mais, pour un poste de grande classe, l' « output » ne doit pas baisser sensiblement avant 5 ou 6.000 périodes. On constatera toutefois

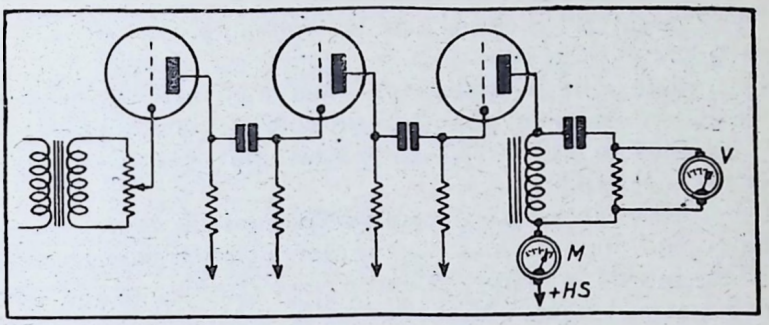


Figure 27

que, dans la plupart des postes du commerce, l'atténuation est déjà sérieuse à partir de 3.000 périodes par seconde.

Pour déterminer la **puissance maximum** disponible sans distorsion dans l'étage final, il faut insérer, en plus, un milliampèremètre dans le circuit de plaque de la lampe. Un instrument mesurant 100 mA est suffisant pour tous les cas courants. Pour les amplificateurs dont l'étage final est monté en push-pull, il faut un instrument mesurant 150 à 200 mA.

On injecte ensuite dans l'appareil un signal à fréquence constante, 400 p/s par exemple, dont on augmente graduellement l'intensité.

Comme l'étage final est seul en cause, on se contente d'appliquer le signal en question à la grille du premier étage B.F. sans passer par l'intermédiaire d'une hétérodyne H.F.

On peut même, à la rigueur, se contenter, comme signal, d'une tension alternative à 50 périodes empruntée au secteur par l'intermédiaire d'un transformateur.

On utilisera à cette fin un transformateur de chauffage de 2,5 ou 4 volts au secondaire. Ce dernier sera shunté par un potentiomètre.

La figure 27 indique comment réaliser ce montage d'essai.

On procède en augmentant graduellement la tension alternative appliquée à la grille jusqu'au moment où l'on constate **une variation dans le courant anodique débité par la lampe finale.**

Ce courant est indiqué par le millampèremètre M branché dans le circuit de plaque.

On estime que la puissance maximum est atteinte lorsque la déviation est d'environ 5 % du courant anodique. Il y a en ce moment une légère distorsion, mais elle n'est pas encore perceptible à l'oreille.

On lit alors la puissance sur le voltmètre à redresseur V. Si celle-ci est inférieure à ce qu'elle devrait être selon les données du fabricant de la lampe, la cause peut-être une des suivantes :

1) La lampe usée : Dans ce cas le débit anodique de **repos** est inférieur à la normale, mais ce fait peut-être masqué par une polarisation insuffisante. Le remède est évidemment de changer la lampe.

2) La lampe peut-être ionisée : Ce défaut est produit par la présence de gaz dans l'ampoule. On constate alors habituellement un courant anodique supérieur à la normale. La lampe doit être mise au rebut.

3) Si, arrivé au maximum de puissance modulée, le courant de plaque **tend à diminuer,** on peut d'ordinaire conclure soit à une polarisation de grille **trop faible,** soit à une résistance de fuite trop forte, dans le circuit de grille. Dans ce dernier cas, la lampe détecte par caractéristique de grille.

Pour plusieurs raison, il n'est jamais bon de dépasser 250.000 ohms **au total** dans le circuit de grille d'une lampe de puissance. Pour certaines lampes, on doit parfois se limiter à 100.000 ohms.

4) Si au contraire, le courant de plaque **tend à augmenter** au moment du maximum, cela dépend d'ordinaire d'une polarisation **trop forte** ou bien d'une impédance inadéquate dans le circuit de plaque. L'excès de polarisation donne lieu, en effet, à une détection par caractéristique de plaque.

5) Des phénomènes très complexes peuvent être produits par un manque de découplage dans l'amplificateur. Le cas extrême est le « motor boating » qui se traduit par un bruit spécial (« ploc, ploc, ploc ») dans le haut-parleur. Mais avant d'arriver à ce stade, le phénomène se traduit par une forte limitation de la puissance disponible sans distorsion.

Nous avons envisagé ici que le cas d'un amplificateur B.F. classique, dit classe A, soit, simple, soit en push-pull. Dans le système classe B ou classe AB, le courant anodique ne reste pas constant et la mesure de la puissance maximum ne peut donc se faire selon la méthode décrite.

Le décibel.

Quiconque s'occupe de radio et plus particulièrement d'amplification, entendra souvent parler de « décibel ».

Il est utile de savoir ce qui signifie ce terme.

Le décibel est l'unité de mesure de **gain** ou **d'affaiblissement** d'un appareil de transmission. C'est une façon simplifiée d'exprimer ce qui se passe entre l'entrée et la sortie de cet appareil ou de toute une série d'appareils.

L'unité fondamental est le « bel » imaginé par les ingénieurs de la Bell Telephone Co américaine. Toutefois, comme celle-ci a été trouvée trop grande pour les usages courants, on en prend la dixième partie ou **décibel.**

La propriété du décibel est telle que, pour calculer le gain (ou l'affaiblissement) d'un ensemble transmetteur, il suffit d'additionner (ou de soustraire) les décibels se rapportant à chaque partie. Au lieu d'une série de multiplications à faire pour trouver l'amplification totale d'une installation, il suffit d'une addition : C'est une unité « logarithmique », qui n'a pas de valeur absolue et ne peut servir que pour exprimer le **rapport** entre deux grandeurs **de même nature,** par exemple le rapport entre la puissance d'entrée et celle de sortie d'un système amplificateur. La formule est, dans ce cas :

$$A = 10 \log \frac{N_1}{N_2}$$

où N_1 est la puissance à l'entrée et N_2 la puissance à la sortie (N_1 et N_2 sont exprimées en watts).

Il est à remarquer qu'un changement de volume sonore de 1 décibel correspond à la plus petite différence d'intensité que peut percevoir une oreille normale.

Nous donnons ci-dessous un tableau indiquant les relations existant entre les décibels et les **rapports** de tensions ou d'intensités ainsi que les **rapports** de puissance modulée, étant entendu que les tensions ou intensités sont appliquées à des **impédances de même valeur** et sont en phase.

Décibels	Tensions ou intensités	Puissances
0	1,00	1,00
1	1,12	1,26
2	1,26	1,59
3	1,41	2,0
4	1,59	2,5
5	1,78	3,2
6	2,00	4,0
7	2,25	5,0
8	2,51	6,3
9	2,82	7,9
10	3,16	10
12	4,0	16
14	5,0	25
16	6,3	40
18	7,9	63
20	10,0	100
22	12,6	160
24	16	250
26	20	400
28	25	630
30	32	1,000
32	40	1,590
34	50	2,510
36	63	3,980
38	79	6,310
40	100	10,000
50.	316	100.000

L'OSCILLATEUR BASSE FREQUENCE

Nous avons indiqué à plusieurs reprises l'utilité de pouvoir produire des oscillations à fréquence acoustique dans le but d'analyser le fonctionnement d'un amplificateur B.F., d'un haut-parleur, etc...

Un générateur d'oscillations B.F. bien étalonné est indispensable dans un laboratoire bien équipé. C'est malheureusement un appareil fort coûteux à acquérir.

Pour la plupart des travaux, une précision extrême n'est heureusement pas indispensable, de sorte qu'il devient possible pour un technicien un peu adroit de construire lui-même et d'étalonner un hétérodyne B.F. qui, quoique rudimentaire, pourra rendre de grands services.

Nous donnons ci-après les détails de construction d'un appareil pour lequel il n'est besoin que de matériel tout à fait courant et dont une bonne partie pourra même être trouvé dans le réemploi de pièces provenant de transformations, modernisations, etc...

Il y a plusieurs moyens de produire des oscillations à fréquence acoustique.

On peut faire usage d'un circuit oscillant accordé sur la fréquence que l'on désire obtenir : La disposition générale est celle d'une hétérodyne H.F. Il est à remarquer toutefois qu'il faut un grand nombre de circuits pour couvrir toute la gamme et qu'il est extrêmement difficile d'obtenir une oscillation stable aux très basses fréquences.

Une autre procédé très employé pour certains usages est de

partir d'une vibration mécanique entretenue par un système électrique, un diapason par exemple. Un système de lampes amplificatrices et de filtres permet de prélever la fréquence fondamentale ou une harmonique.

Ce système est extraordinairement stable, mais ne donne qu'une série de fréquences et non une gamme continue.

Enfin, on peut engendrer des fréquences acoustiques par **battements** entre deux oscillations H.F. C'est ce que l'on fait somme toute, lorsque l'on provoque un sifflement en créant une interférence entre une onde porteuse et une hétérodyne, c'est aussi l'origine des sifflements que l'on peut provoquer au moyen d'une détectrice à réaction.

C'est ce principe qui sera utilisé ici. Il a, comme avantage, d'être d'une réalisation simple et de donner une gamme ininterrompue de fréquences comprises entre 0 et la limite supérieure que l'on peut, moyennant certaines précautions, choisir aussi élevée qu'on le désire.

La figure 28 donne le schéma de l'appareil.

Il comprend deux hétérodynes A et B dont l'émission amplifiée, mélangée et détectée peut être injectée dans n'importe quel appareil soumis à l'analyse.

A travaille à une fréquence f fixe.

B peut être réglé sur toute fréquence comprise entre f et f — 20 kilohertz (20.000 périodes) (f — 10 kHz suffirait d'ailleurs pour les besoins courants de la radiophonie).

L'émission de chaque hétérodyne est amplifiée par une lampe H.F.

Les plaques des lampes HF sont réunies à une résistance commune de 250.000 ohms.

On trouve à cet endroit un mélange par parties égales des deux fréquences engendrées. Cette fréquence complexe est appliquée à un système détecteur par diode.

On utilise ici une lampe 6R7 du type double-diode-triode.

Après détection on se trouve en présence d'un courant comprenant les deux fréquences d'hétérodyne plus une fréquence égale à leur différence.

Après un dispositif de filtrage qui arrête les courants H.F., la

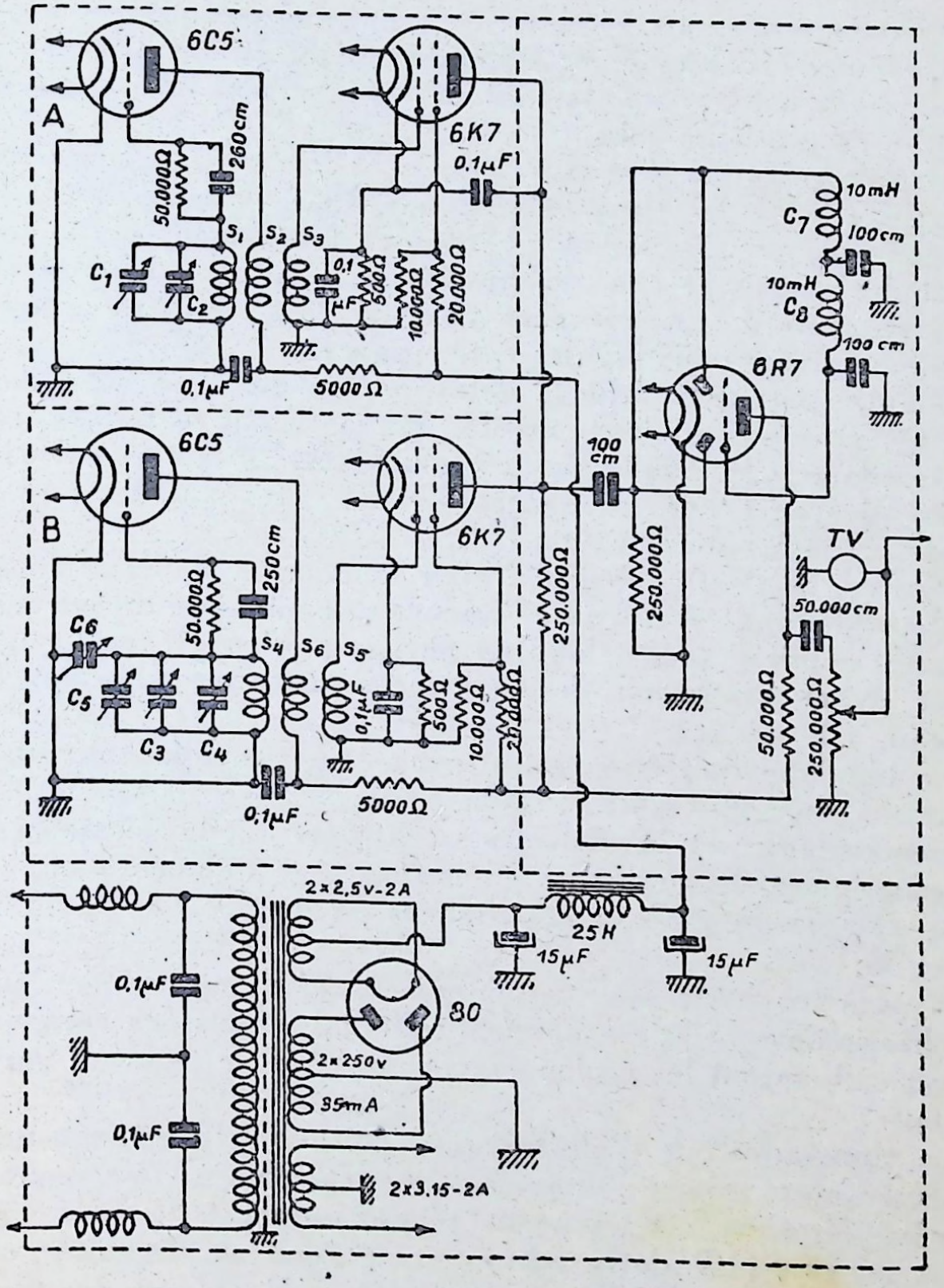

6C5
A
6K7
0,1µF
260cm
50.000Ω
S1
S2
S3
C1
C2
0,1 µF
500Ω
10.000Ω
20.000Ω
0,1µF
5000Ω
10mH
C7
100cm
10mH
C8
100 cm
6R7
6C5
B
6K7
100 cm
250cm
50.000Ω
C6
C5
C3
C4
S4
S6
S5
0,1µF
500Ω
10.000Ω
25.000Ω
250.000Ω
250.000Ω
TV
50.000cm
50.000Ω
250.000Ω
0,1µF
5000Ω
2x2,5v-2A
25H
15µF
15µF
0,1µF
80
2x250v
95mA
0,1µF
2x3.15-2A

Figure 28

fréquence acoustique est envoyée à la grille de la partie triode de la lampe 6R7 où elle est amplifiée environ 10 fois. On dispose ainsi, à la sortie de l'appareil, d'une émission acoustique de l'ordre de plusieurs volts.

Le rôle principal des deux lampes H.F. est d'empêcher tout couplage entre les deux hétérodynes. Cela est absolument indispensable pour éviter un phénomène fort gênant qui a pour effet de provoquer une synchronisation des deux hétérodynes lorsque leurs fréquences sont voisines. Cet effet empêcherait totalement la production des notes graves.

D'autre part, pour que la détection par diode se fasse dans les meilleures conditions possible ou, en d'autres termes, soit rectiligne et n'introduise pas d'harmoniques, il faut une tension alternative de l'ordre de plusieurs volts. Cette condition est atteinte grâce à l'amplification H.F.

L'appareil décrit est conçu pour fonctionner entièrement sur secteur alternatif. Il n'y aurait aucune difficulté à le prévoir pour courant continu, sauf à faire un filtrage particulièrement soigné pour éviter l'intrusion de fréquences parasites émanant du réseau. (1).

Le blindage doit être réalisé avec soin : Chaque hétérodyne se trouve dans une boîte métallique étanche avec la lampe H.F. correspondante et la détectrice se trouve dans un troisième compartiment, le quatrième étant réservé à l'alimentation.

La disposition générale des organes est donnée par les figures 29 et 30.

Il est à remarquer que certaines connexions se trouvant sous le châssis devront être également enfermées dans des compartiments qui seront le prolongement de ceux se trouvant sur le dessus.

Le transformateur d'alimentation doit obligatoirement avoir un écran entre primaire et secondaires. De plus, si l'on constate des interférences sur un poste récepteur placé dans le voisinage, un filtre H.F. devra être intercalé dans les fils du secteur.

Les bobinages des hétérodynes sont constitués par des trans-

(1) En effet, car le courant continu du réseau est toujours plus ou moins modulé à une fréquence assez élevée (de l'ordre de 600 p/s).

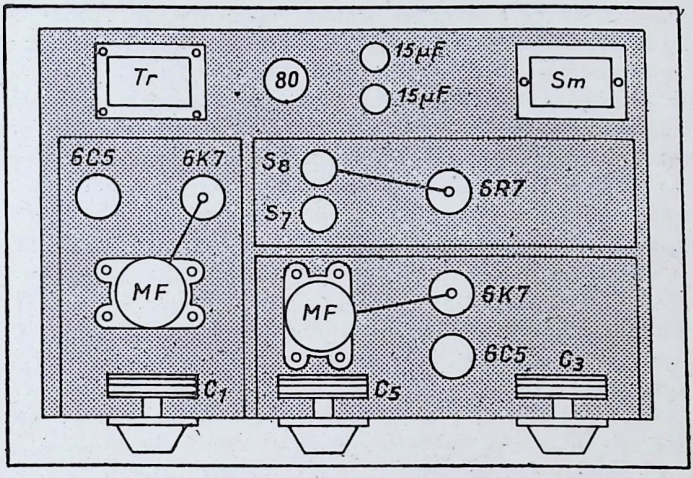


Figure 29

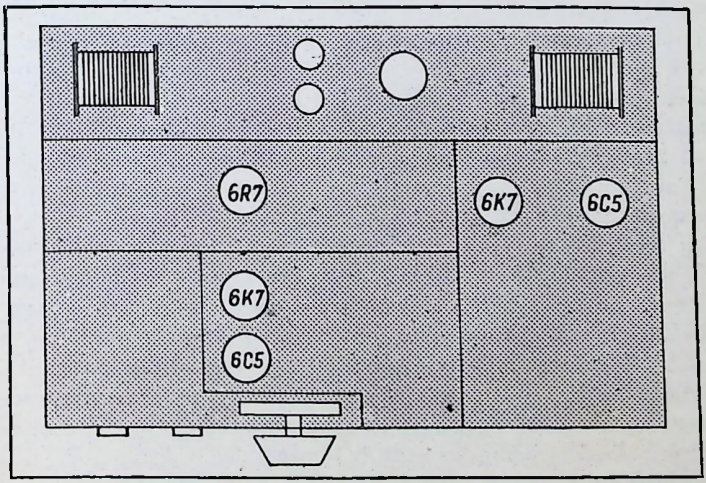


Figure 30

formateurs M.F. prévus pour une fréquence de l'ordre de 150 kHz et légèrement modifiés pour cet emploi (provenant d'un ancien poste américain par exemple).

Le condensateur ajustable accordant le primaire doit être déconnecté.

Les enroulements, s'ils sont du type ajustable, seront placés à 15 mm l'un et l'autre.

Entre les deux, on placera un enroulement supplémentaire comprenant 100 tours de fil 0,3 mm sous coton ou soie bobinés en vrac sur un morceau de tube en carton.

Une extrémité de cet enroulement ira à la masse et l'autre sortira par un petit trou dans le couvercle du capot de la M.F. et aboutira à la grille de la lampe H.F. (Enroulements S_3 et S_5 du schéma).

L'hétérodyne fixe A comporte un condensateur variable C_1 à diélectrique solide, de 500 µµF de capacité, branché en parallèle sur le secondaire et muni d'un démultiplicateur précis et absolument sans jeu.

L'hétérodyne réglable C comporte un condensateur identique C_3 ainsi qu'un condensateur C_5 à air de très faible valeur (50 µµF au maximum) du type employé pour les ondes courtes et qui sert à faire les réglages précis pour les fréquences acoustiques entre 0 et 2.000 périodes ; enfin un troisième condensateur, du type ajustable de 500 µµF de capacité est également branché en parallèle sur le primaire : C_6.

Quant à C_2 et C_4, ce sont les trimmers existant déjà dans le transformateur M.F.

Au cas où l'on ne posséderait pas de vieux transformateurs M.F. du type 110 à 150 kHz, on pourra établir les bobinages oscillateurs comme suit : sur un tube de 15 mm bobiner un nid d'abeille de 650 tours pour constituer l'enroulement de grille accordé. L'enroulement de réaction sera constitué par un autre nid d'abeille de 200 tours environ à 5 ou 6 mm de distance de l'autre. Le fil utilisé peut être de n'importe quel type : soie, coton ou émail. Le diamètre sera de 0,1 mm.

Après bobinage on imprégnera les enroulements à refus de paraffine ou d'ozokérite.

Etant donné la nécessité de maintenir l'amplitude des oscillations B.F. fournies par l'appareil constante pour toutes les fréquences, un moyen de contrôle est indispensable. C'est pourquoi l'on branchera aux bornes de sortie un voltmètre à lampe, qui peut d'ailleurs être compris dans le montage et alimenté aux mêmes sources, ou encore un voltmètre à redresseur gradué de 0 à 5 volts par exemple. (T.V. sur le schéma.)

Les bobines d'arrêt H.F. de 150.000 et 250.000 microhenrys placées dans le circuit de grille de la lampe 6R7 ont la valeur théorique voulue pour assurer un filtrage presque totale de la H.F. Ces valeurs se trouvent dans le commerce. Au cas où on ne les trouverait pas, on peut toutefois s'en écarter sensiblement sans compromettre le fonctionnement de l'appareil.

Avant de procéder à l'étalonnage de celui-ci, il faut s'assurer s'il fonctionne convenablement.

Pour cela il suffit de brancher un casque ou un vieux haut-parleur magnétique aux bornes de sortie.

En mettant l'appareil en marche et en manipulant les condensateurs d'accord, on doit obtenir une note musicale pure. Au cas où l'on ne parviendrait pas à obtenir un son, il faudrait voir si les deux hétérodynes oscillent bien. Si tel n'était pas le cas il se pourrait que l'on doive inverser le primaire du transformateur M.F.

A part cette éventualité, l'appareil monté suivant nos indications, doit marcher du premier coup.

Etalonnage.

Le seul procédé possible pour étalonner en fréquences l'appareil, si l'on ne dispose pas d'une importante installation de laboratoire, est de se servir du battement de ses harmoniques avec les ondes porteuses des stations radiophoniques.

La fréquence de ces dernières est en effet rigoureusement contrôlée et peut servir de base pour déterminer d'autres fréquences qui en sont les sous-multiples.

Le premier point est de choisir une fréquence pour l'hétérodyne fixe et de régler cette dernière.

Pour la commodité de l'étalonnage, on prend une fréquence assez basse. Nous avons choisi 80 kHz.

Pour obtenir, avec des enroulements prévus pour 150 kHz, il a fallu ajouter en parallèle sur le circuit accordé la capacité C1.

80 kHz est la moitié de la fréquence de la station Huizen (Kootwijk) qui a 160 kHz (1.875 mètres).

Pour régler l'hétérodyne à fréquence fixe, on empêche l'autre hétérodyne d'osciller en relevant la lampe 6C5.

Ensuite, on crée un léger couplage entre l'hétérodyne et l'antenne d'un poste récepteur. Pour cela, il suffit de laisser ouvert le compartiment contenant celle-ci et de faire passer l'antenne dans le voisinage des circuits H.F.

Prenons maintenant sur le récepteur la station Huizen, puis, mettons le condensateur C_1 à sa capacité **minimum.** On procède alors comme suit. Mettre l'hétérodyne en marche, tourner lentement C_1 jusqu'au moment où un sifflement vient se superposer à la réception de Huizen, se régler très exactement sur le point de silence correspondant à l'accord absolu.

Dès lors on ne touche plus à cet accord, sauf pour la vérifier périodiquement. On peut marquer un repère sur le cadran pour le retrouver au cas ou par mégarde on aurait touché à ce dernier.

Nous déconnectons maintenant le poste récepteur et nous branchons à nouveau le casque à la sortie de l'appareil.

Nous mettons en fonctionnement la seconde hétérodyne après avoir mis les condensateurs C_3 et C_5 **à leur capacité minimum.**

Faire maintenant les opérations suivantes. Régler doucement le trimmer ajustable C_6 jusqu'au moment où l'on entend le sifflement d'interférence des deux hétérodynes et le bloquer exactement sur le point de silence donnant la synchronisation exacte entre les deux hétérodynes.

Le reste du travail doit être fait le soir afin de pouvoir disposer les émissions voulues.

Le principe est le suivant. Régler le récepteur successivement sur les stations dont la fréquence est légèrement inférieure

à celle des diverses harmoniques de la fréquence 80 kHz ; amener alors l'hétérodyne B par le jeu de C_5 et C_3 à interférer avec ces stations et repérer soigneusement les points de silence sur le cadran. Ces points correspondent à des fréquences fondamentales de B qui sont inférieures à 80 kHz.

La différence entre ces fréquences et 80 kHz est précisément la fréquence de battement entre les deux hétérodynes et par conséquent la fréquence de la note que l'on pourra obtenir sur chacun de ces points de réglage.

En se reportant au tableau ci-dessous on se rendra compte du procédé :

Harmonique de la fondamentale 80 kHz fréquence de A		Stations sur lesquelles on fait battre une harmonique de B		Fondamentales de B correspondant à ces harmoniques	Fréquence résultant du battement de A et B
N°	Fréquence	Nom	Fréquence		
			kHz		
2	160	Huizen (pour contrôle de A)			
3	240	Luxembourg	230	76,666	3333
		Kalundborg	238	79,333	666
4	320				
5	400				
6	480				
7	560	Budapest	546	78,—	2000
		Beromunster	556	79,429	571
8	640	Bruxelles I	620	77,500	2500
		Prague	638	79,750	250
9	720	Stockholm	704	78,222	1777
		Rome	713	79,222	777
10	800	Munich	740	74,—	6000
		Leipzig	785	78,5	1500
		Rome	713	71,3	2700

En divisant la fréquence de la station sur laquelle on opère par le rang de l'harmonique, on a la fréquence fondamentale de l'hétérodyne ; en soustrayant cette dernière de 80 kHz, on a la fréquence que produira le battement de A et de B, c'est-

à-dire la fréquence acoustique que l'on aura à la sortie de l'appareil.

Sur une feuille de papier millimétré, portons verticalement les fréquences et horizontalement les degrés du cadran de C_5. Marquons ensuite un point à l'intersection de la ligne verticale correspondant au degré du cadran et de la ligne horizontale correspondant à la fréquence obtenue par chacune des opérations faites comme ci-dessus.

En joignant tous ces points par une ligne continue, on aura la courbe d'étalonnage qui permettra de déterminer avec une approximation suffisante les fréquences situées entre les divers points.

Lorsque le condensateur C_5 est arrivé à sa capacité maximum, la fréquence obtenue est dans les environs de 1.500 p/s. Il faut alors continuer au moyen de C_3 et préparer une seconde feuille de papier millimétré donnant la courbe d'étalonnage des fréquences à partir de 1.500 p/s environ. On tiendra bien note de ce que cette nouvelle courbe n'est valable que pour autant que le condensateur C_5 **soit au maximum.**

On remarque que la station Rome fournit deux battements, respectivement avec la 9e et la 10e harmonique. Le premier viendra dans le premier tiers du cadran de C_5, l'autre ne se trouvera que sur le cadran C_3.

Cet étalonnage est, bien entendu, rudimentaire et il ne faut pas demander à notre appareil de fournir plus que des indications approximatives au sujet de fréquence émise, mais tel quel il suffit à tous les travaux courants.

Nous allons passer ici en revue quelques applications de l'oscillateur B.F., on en trouvera d'autres plus loin dans ce livre.

1° Tracer la courbe de réponse d'un amplificateur BF.

Un amplificateur B.F. idéal doit fournir la même amplification pour toutes les fréquences susceptibles d'exciter l'oreille humaine, c'est-à-dire pour une gamme allant de 15 à 15.000 p/s environ.

Si donc, sur une feuille de papier millimétré, on trace horizontalement une ligne divisée en fréquences et verticalement une autre divisée en unités mesurées à la sortie, que ce soit en watts modulés, volts alternatifs ou décibels (toutes ces unités ne sont, en somme, que conventionnelles), la ligne réunissant les point d'intersection des deux lectures sera absolument droite.

Hâtons-nous de dire que ces conditions ne sont que très rarement réalisées et, encore, dans des appareils construits pour des buts spéciaux. Nous ajouterons que dans certains cas elles ne seraient même pas désirables.

Dans les postes récepteurs de série, il est d'usage, en effet, d'atténuer la reproduction des fréquences inférieures à 100 p/s, afin de pouvoir faire des économies dans le filtrage (et aussi parce que cela baisse le prix de revient de la partie B.F.), et il est utile, si l'appareil est très sélectif, d'exagérer l'amplification dans la région de 6.000 p/s pour compenser l'amputation des bandes latérales dans les circuits H.F.

Pour que la courbe, que nous allons tracer, soit le reflet exact

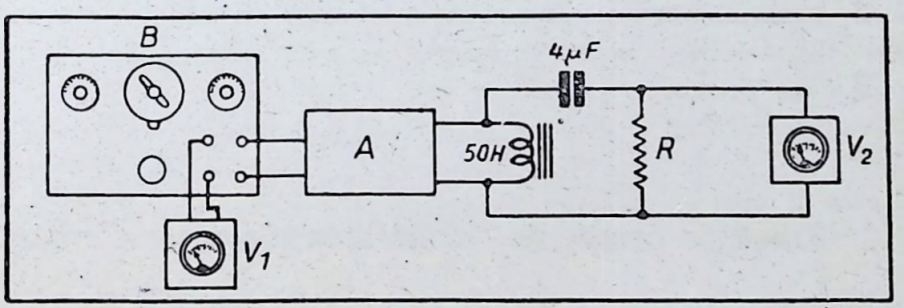


Figure 31

de ce qui se passe dans l'amplificateur, nous devons évidemment fournir à celui-ci des fréquences acoustiques d'une amplitude absolument constante.

Il est donc indispensable qu'un appareil de contrôle (voltmètre à redresseur ou voltmètre à lampe), soit branché aux bornes de sortie de l'hétérodyne B.F.

La figure 31 donne la disposition générale à réaliser.

On part de la fréquence la plus basse que donne l'hétérodyne

et on augmente très lentement, tout en maintenant la tension de sortie constante au moyen du potentiomètre.

Au préalable, il aura été utile de déterminer la puissance de sortie maximum et de régler ensuite l'amplitude à l'entrée, de manière à se tenir très loin de cette puissance. Cela afin d'éviter que la saturation d'un étage vienne altérer l'allure de la courbe que l'on veut établir.

Il est bon de savoir que la courbe de fidélité, établie comme nous l'avons indiqué, ne fournit pas absolument tous les renseignements au sujet du comportement de l'amplificateur. Elle ne révèle notamment pas la présence d'harmoniques, ni la reproduction des « transitoires », mais c'est là une autre histoire qui sortirait du cadre de cet ouvrage.

Le même montage permet de mesurer la puissance modulée maximum, que l'étage final veut délivrer sans distorsion et ce, à toutes les fréquences.

Il n'indique toutefois pas les distorsions éventuelles, pouvant se produire dans les étages intermédiaires. A part le cas d'une lampe défectueuse, celles-ci peuvent être facilement évitées par une construction rationnelle. Pour s'en rendre compte, il suffit d'intercaler un milliampère dans le circuit de plaque de de chaque étage.

2° Tracer la courbe de fidélité d'un récepteur complet.

La figure 32 indique le montage à réaliser.

Chaque partie d'un récepteur : H.F., M.F., détecteur et B.F., peut influencer la fidélité ; il ne suffit donc pas d'en analyser seulement la B.F.

Pour alimenter le poste en H.F. modulée, il faut utiliser l'hétérodyne B.F. pour moduler l'émission de l'hétérodyne H.F.

Le taux de modulation devra être réglé avec prudence, car, s'il était trop prononcé, il ne résulterait différents ennuis.

Il est à noter que l'installation décrite est complétée, dans les

laboratoires industriels, par divers appareils auxiliaires : modulomètre, filtres d'harmoniques, etc. Toutefois, elle suffira pour les besoins courants et donnera une bonne idée générale des caractéristiques du poste.

La méthode à suivre est la suivante :

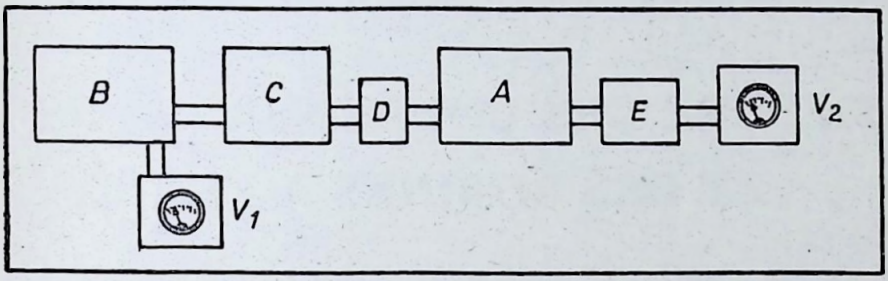


Figure 32

1) Mettre en marche le poste et l'hétérodyne H.F.

2) Syntoniser convenablement les deux sur une longueur d'onde quelconque, 400 mètres par exemple.

3) Mettre en marche l'hétérodyne B.F. et la régler sur une fréquence entre 350 et 500 p/s, ce qui donne une note bien claire.

4) Régler le taux de modulation au moyen du potentiomètre de l'hétérodyne : on augmente progressivement l'amplitude jusqu'au moment où la puissance modulée, indiquée pour l'outputmeter, cesse de croître ou même tend à diminuer. On réduit alors de moitié le débit de l'hétérodyne B.F. (contrôle sur le voltmètre TV), ce qui correspond à un taux de modulation de 40 à 50 %, suffisant pour les essais.

5) Ramener l'hétérodyne B.F. à la fréquence la plus basse et augmenter lentement de manière à parcourir toute la gamme des fréquences acoustiques. On note, en même temps, sur papier millimétrique, les indications de l'outputmeter (V_2).

6) Refaire les essais sur plusieurs longueurs d'onde différentes en P.O. et en G.O.

MESURE DES CONDENSATEURS ET DES BOBINES A FER

On peut mesurer, par un procédé très simple, les condensateurs ainsi que les bobines à fer servant au filtrage, à l'aide d'un voltmètre à redresseur, pour autant que l'on dispose du secteur alternatif.

En effet, pour ce genre de courant, une capacité peut être considérée comme une résistance : le courant qui traverse une capacité peut être calculé au moyen de la formule :

$$I = \frac{E}{\frac{1}{2 \times 3{,}1416 \times f \times C}} = 6{,}28 \times E \times f \times C$$

où E = tension appliquée, f = fréquence et C = capacité en farads. Il en est de même d'une self-induction.

Il suffit donc de mesurer au moyen d'un instrument adéquat, soit la **chute de tension** aux bornes d'un de ces accessoires, soit le **courant qui le traverse** sous une tension déterminée. Ces deux procédés ne sont d'ailleurs que la constatation d'un même phénomène et ne diffèrent que par le montage de l'appareil de mesure en parallèle ou en série.

Pour la mesure des capacités de l'ordre de 0,5 ou 8 µF, on réalise le montage de la figure 33 où R est une résistance bobi-

née de 5.000 ohms; C la capacité à mesurer et V un voltmètre à redresseur, ayant 1.000 ohms par volt et une lecture de 0 à 300 volts. Dans ces conditions, on trouvera approximativement les tensions ci-dessous :

0,5 µF	180 volts
1 µF	120 volts
2 µF	60 volts
4 µF	40 volts
8 µF	20 volts

Pour les valeurs comprises entre 0,1 et 0,5 µF, on prend R = 50.000 ohms.

On a alors :

0,1 µF
120 volts

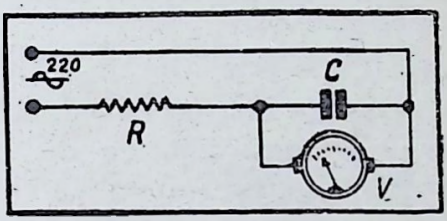


Figure 33

Pour les valeurs plus petites utilisées, non plus comme éléments de filtrage, mais dans les parties « actives » du poste (H.F. et B.F.), il est nécessaire de procèder autrement.

On mesure le courant en mettant l'instrument **en série** avec la capacité.

Il faut ici tenir compte de ce que, vis-à-vis d'un courant à 50 p/s, les faibles capacités utilisées en T.S.F. ont une impédance très grande.

A titre d'exemple, une capacité de 1.000 µµF offre une impédance de l'ordre de 2 megohms. Cela à condition qu'il n'y ait aucun courant de fuite à travers le diélectrique.

Les mesures seraient évidemment plus aisées avec une fréquence plus élevée, mais il faudrait alors un matériel très compliqué, car la fréquence utilisée devrait être exactement connue pour calculer la capacité.

Le courant à mesurer est donc très faible : entre 0,05 mA et 1 mA pour les valeurs courantes.

L'instrument de mesure pourrait être un milliampèremètre à redresseur gradué de 0 à 1 mA. Toutefois, il y aurait un grave danger à mettre un pareil instrument directement en série avec

la capacité à mesurer et le réseau, car si elle était claquée, l'instrument serait infailliblement détruit.

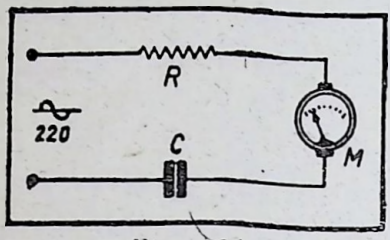


Figure 34

Dans ces conditions il faut intercaler une résistance R d'une valeur telle que l'intensité ne dépasse jamais la tolérance de l'instrument, même en cas de claquage de la capacité (fig. 34).

Cela suppose une résistance de plusieurs milliers d'ohms. Dès lors, la résistance pourra aussi bien être celle du voltmètre utilisé pour les mesures précédentes.

Avec un instrument, dont la résistance totale est 300.000 ohms et une consommation de 1 mA à déviation totale, graduation 0-300 volts, on trouve les valeurs suivantes :

10.000 µµF	140 volts,
5.000 µµF	100 volts,
2.000 µµF	80 volts,
1.000 µµF	30 volts,
500 µµF	15 volts,
250 µµF	6 volts,
100 µµF	4 volts, (peu lisible).

Ces valeurs sont toutes des **moyennes** relevées en faisant un grand nombre de mesures sur des éléments de marques diverses. Un très grand écart (20 % et plus) est tolérable sans influencer le moins du monde le fonctionnement du poste dans lequel la pièce serait employée.

Pour donner une idée du peu de précision avec laquelle sont étalonnées les capacités de faible valeur, nous donnons ci-dessous les lectures trouvées pour une série de capacités marquées 2.000 µµF **d'une très grande marque :**

80 - 50 - 60 - 55 - 60 - 72 - 60 - 75 volts. Cela correspond à des variations de plus de 50 % dans la capacité !...

Il convient de répéter que ces variations ont très peu d'effet en général sur le fonctionnement d'un récepteur ordinaire.

L'intérêt des mesures ci-dessus est surtout de déterminer si un condensateur **est en bon état** et **l'ordre de grandeur** de sa capacité en vue de remplacer une pièce non marquée ou de vérifier si la valeur nominale d'une pièce correspond approximativement à sa valeur réelle.

A part le claquage, le défaut le plus courant dans les condensateurs fixes est l'inverse si l'on peut dire, c'est-à-dire la quasi absence de capacité par suite de la coupure, à l'intérieur de la pièce, de la connexion à l'une des armatures.

Cet accident peut causer toutes sortes de troubles bizarres dans le fonctionnement d'un poste et est souvent très difficile à déterminer. Un effet courant est une très grande perte de puissance alors que toutes les lampes sont bonnes et toutes les tensions correctes.

Remarque importante. — Les procédés indiqués ci-dessus sont totalement inapplicable aux condensateurs **électrolytiques,** dont la mesure doit se faire au moyen d'un appareillage tout-à-fait différent.

Il faut, en effet, tenir compte de ce qui suit :

1°) La capacité d'un condensateur électrolytique varie avec la tension continue appliquée à ses bornes.

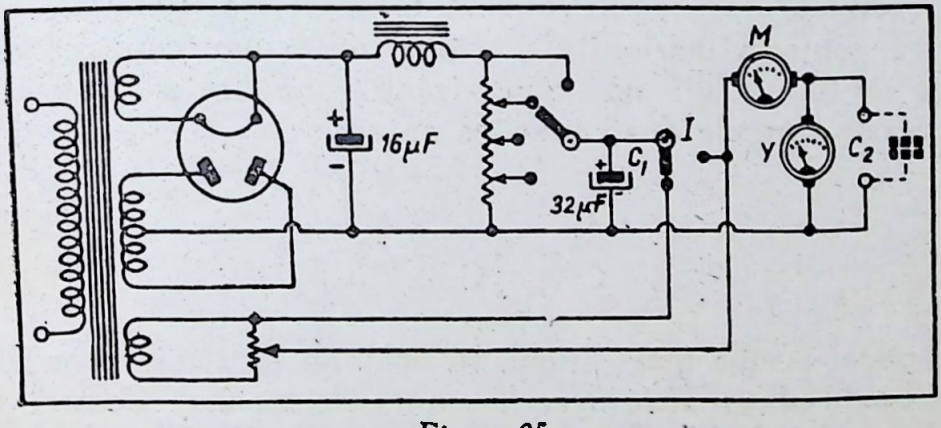


Figure 35

2°) Un condensateur électrolytique est polarisé. Dans un sens sa résistance est très faible.

3°) Dans le « bon » sens, il présente un courant de fuite appréciable.

4°) La résistance interne est relativement élevée.

On ne peut donc y appliquer, sans plus, une tension alternative, car il se produirait un véritable court-circuit dans un sens qui détruirait le condensateur. La méthode à employer consiste donc à appliquer, d'une part, une tension continue de l'ordre de celle qui est utilisée en service et de superposer à celle-ci une tension alternative de quelques volts.

La figure 35 donne le schéma d'un montage qui permet de mesurer à la fois la capacité d'un condensateur électrolytique et le courant de fuite.

Ce montage peut être facilement réalisé à l'aide d'un vieux transformateur d'alimentation. L'enroulement de chauffage est utilisé pour appliquer la tension alternative de 3 volts au circuit dans lequel est branché le condensateur à essayer (C). Il en résulte une tension de 3 volts à la fréquence de 50 périodes qui produit une déflexion d'environ 1 mA par μF, compte non tenu du courant de fuite.

Pour mesurer ce dernier, on élimine l'enroulement de chauffage à l'aide de l'inverseur I.

Le milliampèremètre sera un instrument à redresseur de 20 à 30 mA environ ou, mieux encore, à plusieurs lectures. Il y a lieu de remarquer que la capacité à mesurer est en série, en ce qui concerne la tension alternative, avec une capacité de filtrage de 32 μF. On doit donc, pour connaître sa valeur, appliquer la formule des capacités en série :

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} - \frac{1}{C_1}$$

Supposons que nous lisions 16 mA, on en déduira qu'il y a environ 16 μF en série avec la source de tension. Comme C_1 a une capacité de 32 μF, on trouvera pour C_2 32 μF également.

La mesure des bobines à fer se fait suivant les mêmes principes. Les bobines de 25 à 50 henrys utilisées habituellement pour les circuits de filtrage, peuvent être assimilées, au point de vue de leur mesure, à des résistances de quelques milliers d'ohms.

Le schéma à réaliser celui de la figure 36 où R = 3.000 à 5.000 ohms.

L'opération ne donne pas une lecture directe de la self-induction mesurée en henrys, mais permet de comparer rapidement, une bobine suspecte avec une bobine normale.

L'avarie habituelle d'une telle bobine, à part une coupure facile à déceler, est la mise en court-circuit d'un certain nombre de spires, ce qui a pour effet de diminuer dans une très grande mesure l'inductance.

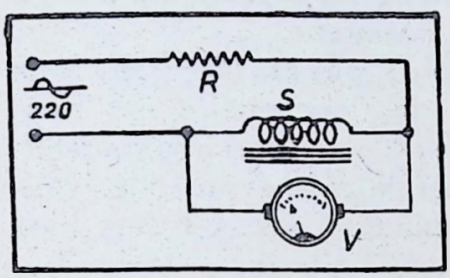


Figure 36

Lorsque la bobine présente ce défaut, sa résistance apparente est considérablement réduite et, par conséquent, on lit une tension beaucoup moins élevée au voltmètre.

Il suffit de mesurer une bobine en bon état pour avoir un point de comparaison, dont on tiendra compte à l'avenir.

A titre d'exemple, une bobine de 50 henrys, calculée convenablement, donne une lecture de 190 volts environ sur un voltmètre de 1.000 ohms par volt, branché suivant le schéma donné, et pour une tension de secteur de 220 volts.

Il faut toutefois savoir que la mesure ainsi effectuée ne donne pas les caractéristiques complètes de la bobine. En effet, elle ne rend pas compte de ce qui se passe lorsque la bobine est parcourue par un courant **continu** superposé à un courant **alternatif** ou ondulé, comme c'est le cas dans un circuit de filtrage.

Pour cela, un dispositif plus compliqué est nécessaire qu'il est inutile de décrire ici, parce que nous pouvons admettre que la bobine a été calculée par le fabricant pour l'usage auquel elle est destinée et que, pour l'emploi, il y a lieu de tenir compte de ses indications en ce qui concerne le courant maximum que l'on peut y faire passer.

On peut appliquer le même procédé de vérification aux transformateurs B.F. La résistance R doit toutefois, dans ce cas, être plus élevée, parce que l'impédance des enroulements est normalement plus forte. On prendra 20.000 ohms.

On vérifiera sucessivement le primaire et le secondaire.

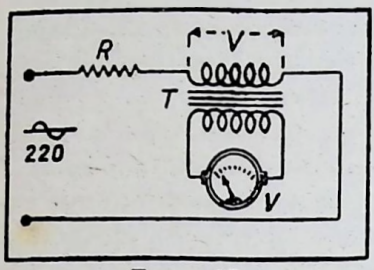


Figure 37

En même temps, on pourra déterminer le rapport du transformateur. Il s'uffit, après avoir mesuré le secondaire, de brancher le voltmètre au primaire sans déconnecter le secteur du secondaire : le rapport entre les deux tensions correspond à celui du transformateur.

Exemple : on lit 150 volts aux bornes du secondaire et ensuite 50 volts aux bornes du primaire : Le rapport du transformateur est 1/3 (fig. 37). On peut, par le même procédé, vérifier si la prise médiane d'un transformateur push-pull est bien au centre.

MESURE DES RESISTANCES

Construction d'un ohmmètre.

A côté des méthodes très précices, utilisées dans les laboratoires (pont de Wheatstone, etc.), il existe, pour mesurer les résistances, une méthode beaucoup plus simple et rapide.

Elle consiste à mesurer l'intensité du courant débité, à travers la résistance inconnue, par une source dont on connaît exactement la tension, par exemple, un accumulateur de 4 volts.

Il suffit alors d'appliquer la formule (loi d'Ohm) :

$$R = \frac{V}{I}$$

où I est exprimé en ampères, ou

$$R = \frac{V \times 1.000}{I}$$

où I est exprimé en milliampères, pour connaître la valeur de la résistance.

Exemple : on trouve un débit de 0,4 milliampère. La résistance R aura :

$$\frac{4 \times 1.000}{0,4} = \frac{4.000}{0,4} = 10.000 \text{ ohms.}$$

L'appareil de mesure universel décrit dans cet ouvrage peut servir pour cette opération.

Pour éviter tout danger de détérioration du milliampèremètre, on intercale une résistance en série pour limiter le débit en cas de court-circuit, ce qui revient à prendre une des combinaisons de voltmètre (fig. 38).

Il faut alors faire intervenir dans le calcul la résistance totale de l'instrument de mesure.

Nous aurons alors :

$$R + r = \frac{V \times 1.000}{I}$$

où R est la résistance à mesurer et r celle de l'instrument de mesure (c'est-à-dire le milliampèremètre plus la résistance en série).

Il est facile, avec un milliampèremètre, de construire un ohmmètre étalonné directement en ohms, qui doit être considéré comme indispensable dans l'atelier de dépannage ou chez le détaillant, pour vérifier des résistances mal marquées, ainsi que des accessoires divers.

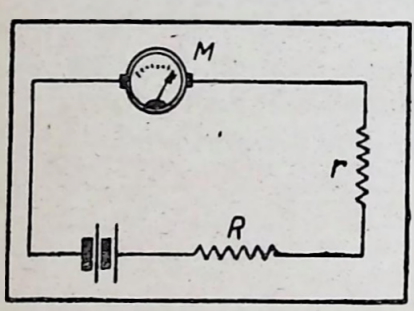


Figure 38

On choisira de préférence un instrument mesurant 1 millianpère à déflexion totale. Un milliampèremètre de 0-2 mA poura aussi, à la rigueur, servir, mais la gamme des mesures sera moins étendue.

Pour que l'appareil soit portatif, on utilise comme source de tension une pile pour lampe de poche de 4,5 volts.

La tension de cette pile n'étant pas constante et pouvant même considérablement diminuer avec l'âge, il convient de compléter l'appareil par un dispositif de compensation.

Afin que la totalité de la graduation soit utilisée, il faut que la résistance r en série soit calculée pour que, sous la tension utilisée, le courant soit exactement de 1 milliampère.

Pour une tension de 4,5 volts, il faudra donc 4.500 ohms

(résistance propre du milliampèremètre comprise ; toutefois, si celle-ci est négligeable on peut ne pas en tenir compte).

Mais la tension peut être 4,6 V pour une pile neuve et descendre à 4 V et moins quand elle est usée. La résistance r devra donc être variable pour s'adapter à ces diverses tensions. Nous la constituerons par une partie fixe r_2 (4.000 ohms) en série avec laquelle nous mettrons une résistance variable r_1 de 600 ohms, (un ancien potentiomètre bobiné, de poste à batteries, fera l'affaire) (fig. 39).

Avant chaque mesure on court-circuite les bornes d'entrée de l'appareil et on amène l'aiguille en regard de la graduation 1 mA au moyen du potentiomètre.

Ce point sera marqué 0. C'est, en effet, le point de départ de la graduation en ohms dont le sens est inverse de la graduation habituelle.

0 signifie donc : résistance nulle.

Pour l'étalonage on se servira de résistances du commerce que l'on peut obtenir, sur demande, avec une précision à 1 % près. A défaut, on peut se contenter de mesurer plusieurs résistances diverses de la même valeur nominale et de prendre la moyenne des lectures.

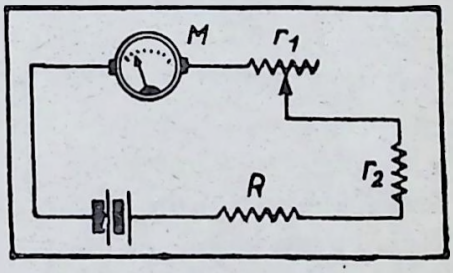


Figure 39

On commencera par marquer 50 ohms, puis 100, 200, 300, 500, 1.000, etc...

On peut réaliser, certaines valeurs que l'on n'aurait pas sous la main en en mettant d'autres en série ou en parallèle.

On remarquera que des graduations tendront à se rapprocher de plus en plus à mesure que les résistances à mesurer seront plus grandes. L'échelle des ohms est en effet « logarithmique ». A partir de 1.000 ohms on n'inscrira plus que les valeurs de 1.000 en 1.000 ohms et, après 5.000 ohms, on sautera à 10.000 ohms, ensuite, on marquera de 10.000 en 10.000 et ainsi de suite.

Nous donnons le fac-simile d'un cadran d'ohmmètre (fig. 40).

On trouve dans le commerce des milliampèremètres possédant un cadran gradué à l'avance en ohms.

Avec la pile de 4,5 volts on obtiendra des lectures nettes jusqu'à 100.000 ohms.

On pourra, toutefois, déterminer, mais sans grande précision, les résistances jusque vers 500.000 ohms. Même pour des valeurs

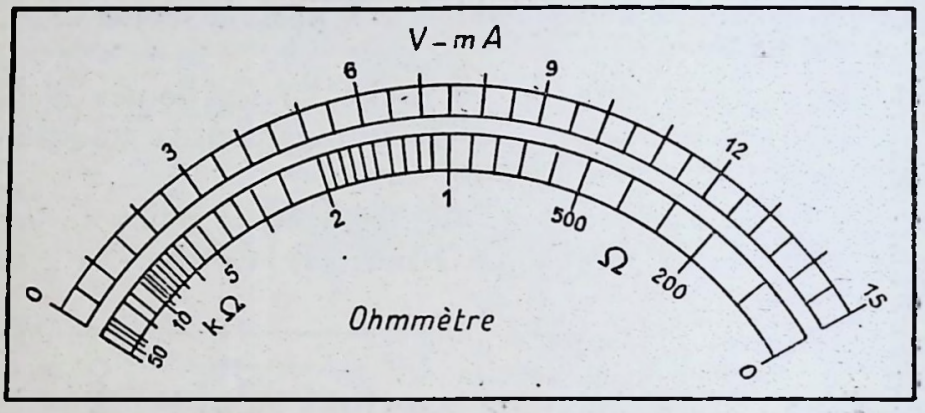


Figure 40

de l'ordre de 1 mégohm, une légère déviation de l'aiguille permettra de se rendre compte si elles sont coupées ou non.

Une grande précision n'a, d'ailleurs, généralement pas d'importance en radiophonie pour les résistances de valeur élevée.

Pour faire des mesures bien nettes au-delà de 100.000 ohms, il faudrait utiliser une tension de 100 V environ.

On peut aussi utiliser le secteur (continu ou alternatif) et l'appareil de mesure universel pour déterminer, avec précision approximative, les valeurs élevées. Sachant que la déflexion maximum correspond à 1 mA et connaissant la résistance propre de l'appareil, il est facile, par un simple calcul, de déduire la valeur de la résistance (voir formule donnée plus haut).

Un secteur de 220 volts permet de mesurer jusqu'à 2 mégohms environ.

L'ohmmètre est non seulement utile pour la vérification individuelle des résistances, il constitue encore un appareil de dépannage extrêmement précieux, car en mesurant la résistance de divers circuits **en place,** on peut tirer certaines conclusions

que ne donnent pas immédiatement les mesures de tensions ou de courants.

On trouvera à la figure 50 le schéma d'un poste type dans lequel nous avons indiqué les résistances aux points les plus importants. Lorsque l'on se trouve en présence d'un poste tout à fait muet, une première vérification à l'ohmmètre peut déceler notamment des court-circuits et éviter ainsi le risque de dégâts plus importants que pourrait entraîner le fait de mettre à nouveau le poste sous tension.

Les ponts de mesure.

Le procédé de mesure de résistances décrit au chapitre précédent est sous la dépendance de divers facteurs variables qui empêchent la précision d'être très grande et, de plus, la lecture est difficile dans une bonne partie de l'échelle. Aussi, les ohmmètres sont-ils à recommander pour les contrôles rapides, mais les déterminaisons exactes ne peuvent être faites que par des appareils dérivés du **Pont de Wheatstone.**

Voici le principe général de cette méthode de mesure (fig. 41).

On connecte ensemble 4 résistances dont 3 (R_1 R_2 et R_3) sont connues et une (Rx) inconnue.

Un instrument de mesure très sensible (G) (un miliampèremètre de 0-0,5 mA par exemple) est connecté suivant une diagonale du carré formé par les résistances.

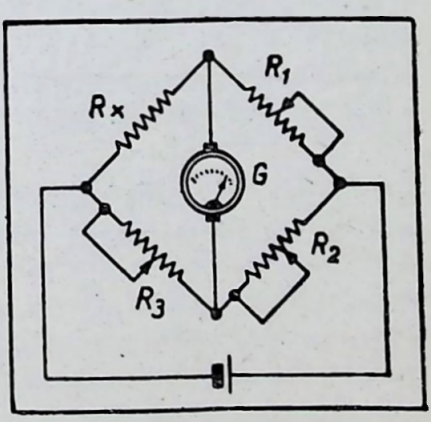


Figure 41

Une source de courant (pile de quelques volts) est branchée suivant l'autre diagonale. Si les 4 résistances sont de valeur égale, ou même si $R_1 = Rx$ et $R_3 = R_2$, aucun courant ne passera par G. Si ces résistances sont variables et **étalonnées,** on pourra par

exemple donner à R_2 et à R_3 une valeur quelconque, pourvu qu'elles soient égales et varier R_1 jusqu'au moment où l'instrument marquera 0.

La valeur de Rx est à ce moment égale à R_1.

On utilise d'ordinaire pour R_1, R_2 et R_3 des boîtes de résistances fixes rigoureusement étalonnées (boîtes **décades**) que l'on peut combiner ensemble de diverses manières.

Une variante du pont ci-dessus est le « Pont à fil » (fig. 42) dans lequel R_2 et R_3 sont remplacées par un potentiomètre muni d'une graduation étalonnée. Les lectures sont alors rapides et

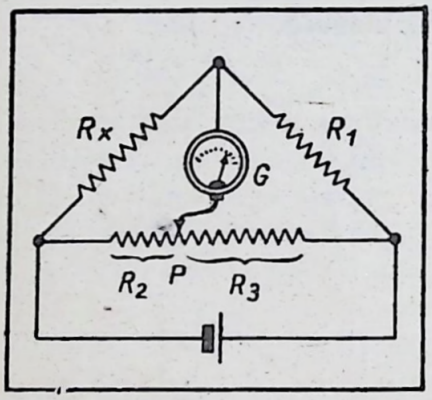


Figure 42

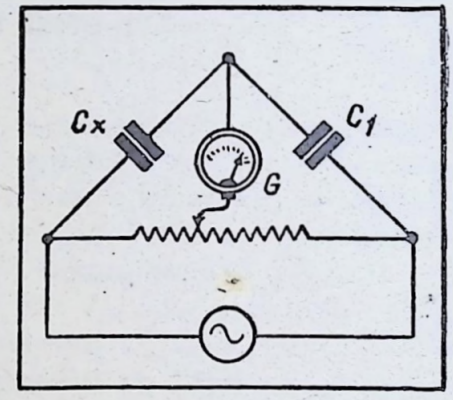


Figure 43

très faciles. Il suffit d'amener le curseur du potentiomètre à un point où l'instrument marque 0. On a alors :

$$\frac{R_3}{R_3} = \frac{R_1}{Rx}$$

d'où l'on tire facilement la valeur de Rx puisque R_1 est un étalon de valeur connue.

Le potentiomètre peut même être gradué directement en ohms ce qui facilite encore la mesure.

Le schéma général, pour la mesure des capacités, est donné figure 43.

L'ANALYSEUR

La première opération à effectuer sur un récepteur malade est toujours la vérification des tensions appliquées aux éléctrodes de toutes les lampes et la deuxième est de «sonner » les divers circuits ou mieux d'en mesurer la résistance, ce qui permet souvent des déductions importantes.

Il est très utile de pouvoir faire ces opérations sans devoir sortir le châssis de l'ébénisterie car il arrive que la panne soit occasionnée par un organe dont le remplacement peut s'effectuer sans démontage : une lampe par exemple.

D'autre part, il est nécessaire que certaines vérifications puissent se faire avec toutes les lampes en place et sous tension.

Cette « analyse » serait rendue possible par un « intermédiaire » placé entre la lampe et son support et permettant d'accéder aux connexions de celle-ci.

Cependant, comme les lampes sont souvent placées dans des endroits peu accessibles, une simple pièce rigide est peu pratique et on a été amené à concevoir un dispositif qui permette de sortir les connexions d'électrodes assez loin hors du poste pour pouvoir y faire à son aise les mesures nécessaires.

Un « analyseur » comprend donc une fiche prenant la place de la lampe, un câble à conducteurs multiples et un panneau portant des douilles correspondant à chaque électrode ainsi qu'un support pour y placer la lampe enlevée (fig. 44).

En coupant les connexions au moyen d'un jack on peut y insérer un milliampèremètre et mesurer les débits. D'autre part on peut mesurer les tensions entre chaque élément en connectant un voltmètre aux douilles. En y connectant un ohmmètre, on

peut, après avoir éteint le poste, mesurer les résistances entre les circuits ou entre les électrodes et la masse.

De fructueux renseignements peuvent ainsi être recueillis.

Dans les schémas de récepteur type, nous avons indiqué la

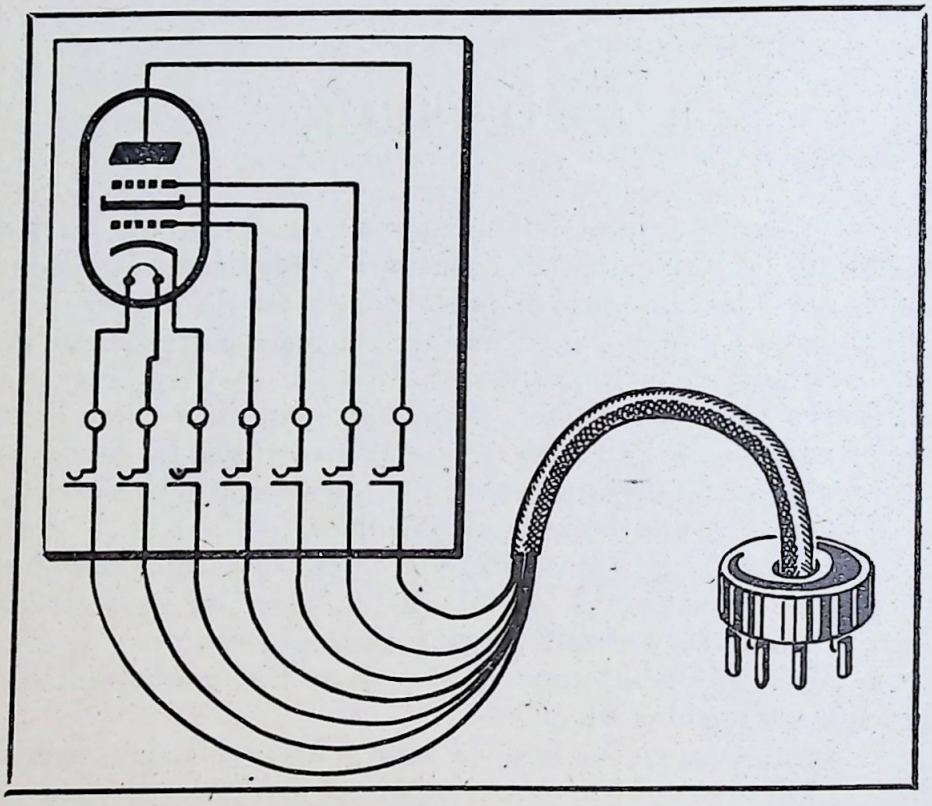


Figure 44

valeur de la résistance que l'on doit trouver entre toute une série de points et la masse.

La multiplicité invraisemblable des culottages de lampes ne permet malheureusement pas une aussi belle simplicité dans la construction d'un analyseur : les appareils du commerce comprennent donc un grand nombre de supports de lampes ainsi qu'une collection d'intermédiaires permettant d'adapter la fiche terminale du cordon à n'importe quel support se trouvant sur le récepteur.

UN TRANSFORMATEUR ISOLATEUR

Les récepteurs du type « universel » ont leur châssis et la plupart des pièces mécaniques directement reliés à un pôle du secteur.

Si ce pôle est à la terre, ce qui peut être le cas, ce n'est qu'un demi-mal, mais autrement tout le châssis se trouve sous tension et de graves accidents peuvent en résulter.

Il faut, pour pouvoir manipuler impunément des appareils de ce genre, les isoler du secteur, ce qui se fait très facilement en interposant un transformateur.

Si l'on ne dispose que du secteur continu il faut, en plus, intercaler une commutatrice.

Ce transformateur doit être largement calculé pour résister à un court-circuit éventuel de peu de durée.

Le primaire sera adapté au secteur local et le secondaire comportera des prises à 100, 110, 120, 130, 140, 200, 220 et 240 volts de manière à adapter n'importe quel récepteur à la tension du secteur avec une marge pour les sur-tensions ou sous-tensions.

Un deuxième secondaire sera bobiné sur le transformateur donnant 6,3 volts sous 1 amp.

On le trouvera très pratique pour alimenter une petite baladeuse renfermant une lampe de cadran, ce qui est utile pour explorer les coins obscurs des postes.

Il peut avoir aussi d'autres usages comme de fournir une

tension alternative pour certains essais ou mesures ou encore chauffer séparément les lampes d'un montage dont le transformateur est avarié.

On aura soin de faire placer un écran électrostatique entre primaire et secondaire et de le relier soigneusement à la terre.

On peut fixer le transformateur sous le banc de travail et faire arriver les prises du secondaire à des douilles placées sur un petit tableau en bakélite à l'écartement standardisé de 19 mm ou encore à des prises de courant ordinaires portant des inscriptions indiquant la tension.

MESURE DE LA CONSOMMATION DES APPAREILS DE RADIO

Lorsqu'il s'agit d'un poste pour courant continu, il suffit d'intercaler un ampèremètre dans un des fils du secteur pour pouvoir déterminer exactement la consommation en appliquant la formule :

$$W = I \times V$$

On multipliera donc le courant marqué par l'ampèremètre par la tension du secteur et tout sera dit.

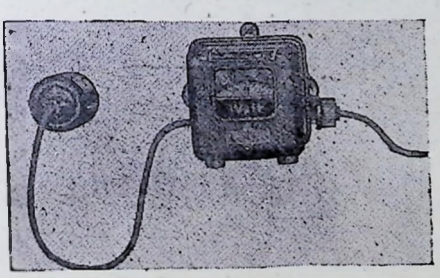


Figure 45

Sur courant alternatif, toutefois, il n'en est pas tout à fait de même, et l'indication donnée par un simple ampèremètre peut conduire à des conclusions inexactes.

Il faut, en effet, tenir compte du **facteur de puissance**, c'est-à-dire d'un décalage entre la tension et l'intensité. Et ce facteur est variable suivant la construction du transformateur d'alimentation. Avec de mauvaises tôles ou une section de fer mal calculée il peut être très favorable.

Deux solutions peuvent être utilisées : Soit un ampèremètre directement étalonné en watts, en tenant compte d'un facteur de puissance moyen (cet appareil ne convient, toutefois, que pour une tension déterminée).

Ou bien un appareil conçu suivant le principe des compteurs électriques et comportant un disque entraîné par induction ; des instruments de ce type se trouvent maintenant dans le commerce (fig.45). Ils peuvent rendre d'utiles services aux revendeurs pour dissiper les préventions de leurs clients quant à la consommation d'un poste.

LE HAUT-PARLEUR ETALON

Il est désirable de pouvoir faire l'essai de tous les récepteurs sur le même haut-parleur : l'oreille s'habitue aux caractéristiques d'un haut-parleur donné et, de cette manière, on entend beaucoup plus vite un défaut du côté B.F. ou détection.

On élimine aussi une cause possible de panne et on peut, par comparaison, se rendre compte immédiatement si un certain défaut est dû ou non au haut-parleur du poste.

Ce dernier est souvent, par raison d'économie, le point faible du récepteur. Le haut-parleur de l'atelier permettra donc mieux de se rendre compte de ce que le récepteur a « dans le ventre » une fois mis au point.

Accessoirement, cela décidera parfois son propriétaire à faire l'acquisition d'un haut-parleur supplémentaire de bonne qualité. Il y a donc un côté commercial à ne pas dédaigner.

D'autre part, enlever le haut-parleur de l'ébénisterie est souvent une opération fastidieuse et non exempte de risques et qu'il vaut mieux n'entreprendre que s'il est reconnu défectueux.

Chaque fois que la remise en état exige que le châssis soit sorti de l'ébénisterie on éloignera celle-ci pour éviter les dégâts et le châssis, posé sur table, sera relié par un cordon, suffisamment long pour ne pas gêner les manipulations, à un haut-parleur réservé pour cet usage.

Celui-ci, pour pouvoir s'adapter à n'importe quel châssis, doit répondre à certaines conditions : tout d'abord, on choisira un modèle à la fois **très sensible** et capable « d'encaisser » **au moins 10 watts modulés,** car on peut avoir à dépanner aussi bien des

appareils de grand luxe et des amplificateurs que des « boîtes à cigares ».

Ce sera donc un instrument de **grande classe** pour lequel on ne regardera pas trop au prix. (Ne pas oublier qu'il peut aider votre publicité).

Le diamètre du cône sera de 25 cm au moins.

De préférence il faut choisir un modèle à **aimant permanent,** car beaucoup de récepteurs ne fournissent pas de courant d'excitation.

Si, pour des raisons budgétaires ou des raisons d'approvisionnement, il faut utiliser un dynamique à excitation, le courant nécessaire sera fourni par un dispositif indépendant comprenant un transformateur, une lampe redresseuse et un condensateur de 8 à 16 µF.

Le transformateur de sortie devra être à prises pour pouvoir s'adapter à toutes sortes d'impédances. Il devra avoir **un fer abondant** pour que la qualité de reproduction reste bonne même lorsqu'il est traversé par un courant anodique élevé.

Comme cependant la majorité des récepteurs utilise la bobine d'excitation comme filtrage, il faut prévoir un dispositif pour remplacer celle-ci. Pour pouvoir s'adapter aux différentes espèces de montage la résistance de ce dispositif doit être ajustable dans de larges limites.

Voici la description d'une installation répondant à ces conditions et que nous conseillons vivement à tous les dépanneurs de monter dans leur atelier (fig. 46).

Le dynamique est un modèle à aimant permanent du type lourd de 26 cm de diamètre avec un aimant puissant donnant un champ de 10.000 Gauss au moins dans l'entrefer.

Le transformateur T a une impédance totale de 5.000 ohms avec prise médiane. Cette valeur peut paraître faible, puisque les penthodes courantes exigent 7.000 ohms, mais en réalité elle dépasse l'impédance réelle de la plupart des petits transformateurs montés sur les dynamiques dont la self-induction diminue fortement par l'effet du courant de plaque.

Il faut que ce transformateur soit très largement calculé. La figure 47 en donne les dimensions.

La section du noyau est de 7,5 cm².

Le primaire est formé de deux enroulements séparés de 1.800 tours chacun en fil de 0,15 mm émaillé avec interposition de feuilles de papier paraffiné entre couches.

Le secondaire est également en deux sections de 60 tours chacun en fil émaillé de 1,5 mm. On laissera l'entrée et la sortie

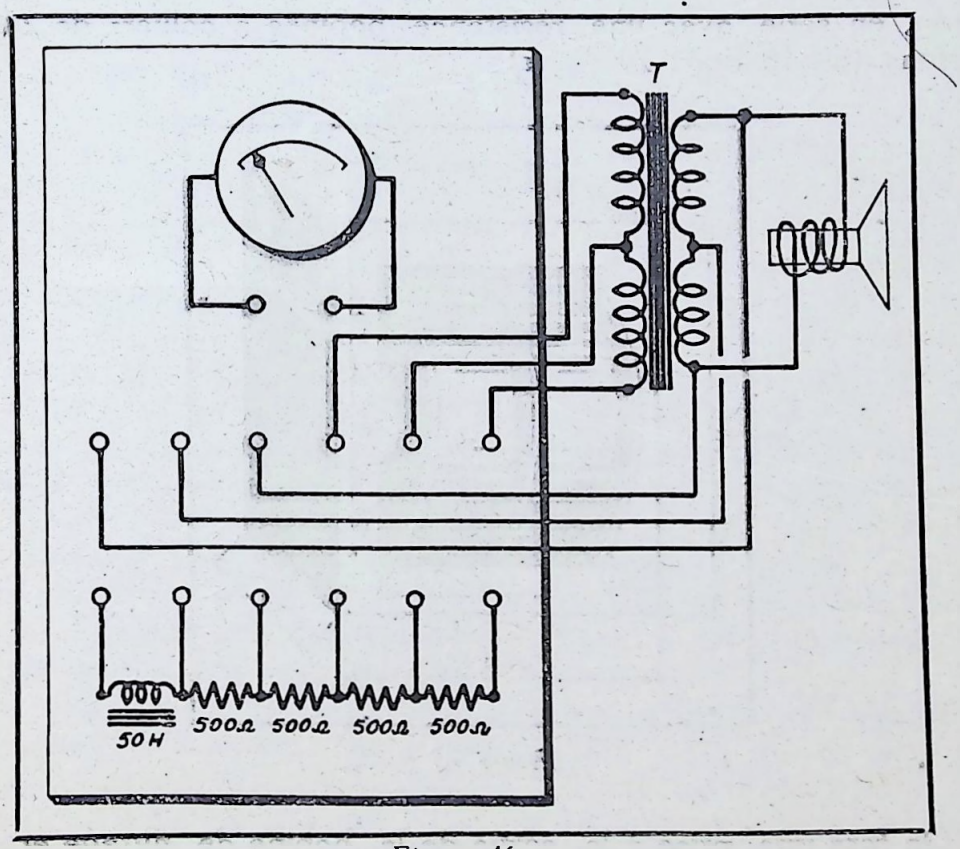


Figure 46

de chaque enroulement secondaire libre de manière à pouvoir mettre les deux enroulements en série on en parallèle. On peut ainsi modifier, si nécessaire, le rapport. La totalité du secondaire correspond à une bobine mobile de 6 ohms et, quand elle y est raccordée, l'impédance totale du primaire est, comme nous le disions plus haut, de 5.000 ohms environ, **à une fréquence de**

30 périodes. Nous attirons particulièrement l'attention sur ce dernier point, car la plupart des petits transformateurs du commerce sont calculés pour une fréquence de plusieurs centaines de périodes et leur impédance est nettement insuffisante quand il s'agit de reproduire les notes graves.

Le dispositif de filtrage comprend une bobine à fer de 50 H sous 100 mA dont la résistance ohmique est de 500 ohms environ, en série avec une résistance bobinée à colliers de 2.000 ohms (dissipation : 20 watts).

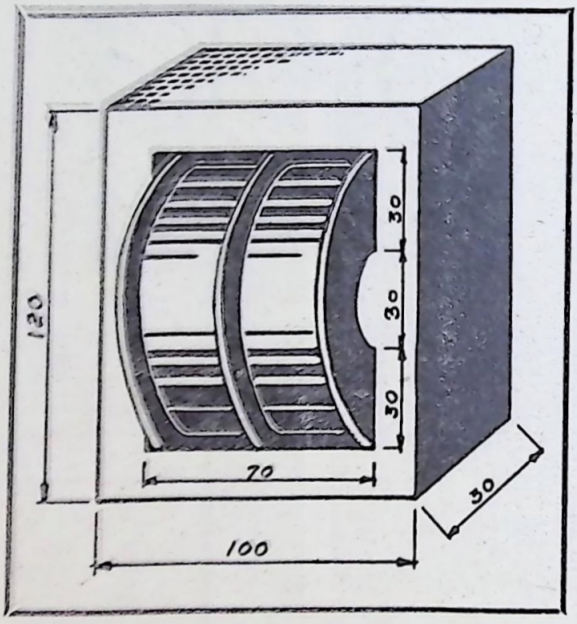


Figure 47

On fera une prise à la sortie de la bobine de filtrage et on disposera 3 colliers de manière à avoir une prise tout les 500 ohms.

Nous aurons ainsi une résistance totale de 2.500 ohms avec des prises permettant d'insérer 500 ohms (bobine seule), 1.000, 1.500, 2.000 ou 2.500 ohms dans le circuit de filtrage, ce qui répond à tous les cas.

Les prises ainsi que les connexions au primaire et au secon-

daire du transformateur aboutissent à des douilles pour fiche banane fixées en deux rangées sur une plaque de bakélite.

On peut ainsi raccorder des étages de sortie en push-pull simples ou ainsi que des récepteurs où le transformateur de sortie fait partie du châssis et qui se raccordent directement à la bobine mobile. Tout ou partie du secondaire est également accessible pour des montagnes de contre-réaction.

Il est à recommander de placer, en outre, des douilles permettant d'insérer un milliampèremètre (lecture 0-100 mA) soit en série avec le filtrage, soit en série avec l'étage final.

Ce tableau sera fixé ensuite au-dessus de la table de travail.

On préparera d'autre part deux cordons : un à 4 et l'autre à 5 conducteurs, longs de 1,50 m et terminés à un bout par des fiches-banane de couleurs différentes, et, à l'autre par une fiche à 4 ou 5 broches correspondant au support de lampe dont sont munis beaucoup de récepteurs comme prise de haut-parleur.

Pour les cas, assez nombreux, où le haut-parleur est raccordé au châssis par des fils soudés, sans prise, on fabriquera deux pièces intermédiaires composées d'un raccord femelle à 4 ou 5 douilles ou, à défaut, un simple support de lampe, et de fils de quelques centimètres terminés par des pinces « crocodile ». On peut ainsi rapidement connecter le poste après avoir déssoudé les fils allant au haut-parleur.

Enfin, il faut encore trois ou quatre morceaux de conducteur souple terminés par des fiches pour connecter un instrument de mesure ou établir la liaison entre certaines douilles.

Si l'on possède un vieux milliampèremètre dont la lecture est plus forte (200 ou 300 mA) on peut toujours en retirer le shunt et le remplacer ou faire modifier l'instrument par un spécialiste : c'est un travail peu coûteux.

Il est cependant nécessaire que ce soit un instrument à cadre.

La figure 46 donne le schéma complet ainsi que la disposition du tableau.

Il va de soi que le haut-parleur lui-même doit être placé dans des conditions qui lui permettent de faire valoir ses qualités : donc sur un écran de 1 × 1 m au moins ou dans une ébénisterie correspondante (par exemple 0,70 × 0,60 × 0,25 mètre).

UN BANC DE TRAVAIL PRATIQUE

La figure 48 donne la disposition d'un banc de travail très pratique pour tous les travaux de dépannage et de réparation et où, comme il se doit, chaque chose est à sa place.

Il comprend quatre tiroirs dont trois pour les outils, les accessoires et les petits instruments de mesure.

Le quatrième abrite un moteur de phonographe et un pick-up qui se trouvent ainsi hors du chemin quand on n'en a pas besoin.

Si l'on a du secteur 50 périodes, nous recommandons spécialement un moteur **synchrone ;** on est certain qu'il tourne toujours exactement à 78 tours, ce qui est indispensable pour des essais avec des disques de fréquences. On ne regardera pas non plus à acquérir un pick-up de tout premier choix.

Au-dessus de la table se trouve une tablette supportant un grand panneau derrière lequel sont montés divers appareils : d'abord un appareil de mesure universel tel que celui décrit au début de ce livre. Comme instrument on choisira un milliampèremètre à grand cadran (10 ou 15 cm de diamètre au moins) pour que les indications soient bien lisible à distance.

Au milieu du panneau se trouve une hétérodyne modulée munie d'un cadran étalonné ainsi que les prises de H.F. et B.F.

Enfin, à droite, est fixé le haut-parleur étalon dont il a été question et le milliampèremètre qui y est associé.

Sous la tablette sont fixés de petits panneaux portant des prises de terre et d'antenne et les diverses prises du transformateur isolateur.

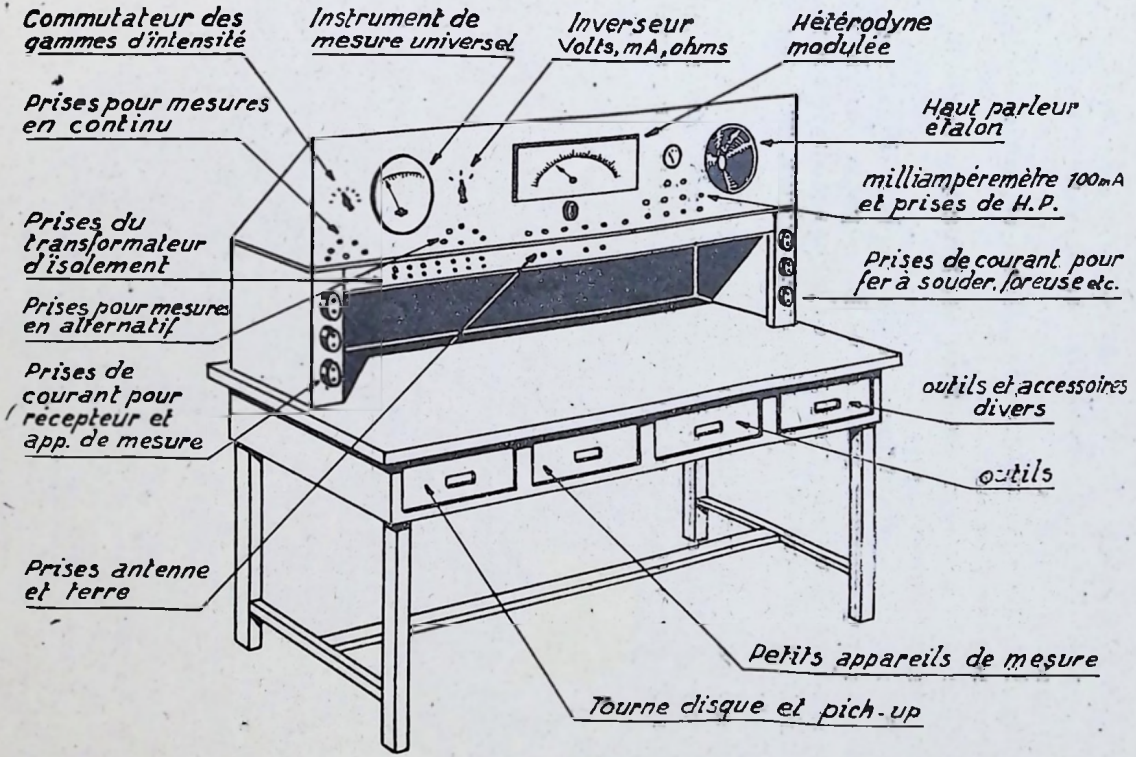

Commutateur des gammes d'intensité
Instrument de mesure universel
Inverseur Volts, mA, ohms
Hétérodyne modulée
Prises pour mesures en continu
Haut parleur étalon
milliampèremètre 100 mA et prises de H.P.
Prises du transformateur d'isolement
Prises de courant pour fer à souder, foreuse etc.
Prises pour mesures en alternatif
Prises de courant pour récepteur et app. de mesure
outils et accessoires divers
outils
Prises antenne et terre
Petits appareils de mesure
Tourne disque et pich-up

Figure 48

A gauche et à droite se trouvent des prises de courant de secteur pour alimenter les récepteurs, fers à souder, foreuse, et autres appareils éventuels.

La table doit être construite en bois épais et être capable de supporter des objets pesants.

La surface sera garnie de **linoléum véritable** très épais maintenu par une bordure en bois.

C'est là le meilleur revêtement : c'est un bon isolant, il ne se laisse pas trop entamer par les bords coupants des châssis, offre une surface bien lisse et supprime l'inconvénient des fentes, où s'égarent vis et écrous, que présentent toujours les bancs en bois nu.

Le grand panneau peut être en bois contreplaqué, mais nous le préférons en tôle d'acier peinte au vernis cellulosique (gris foncé par exemple) qui donne un magnifique cachet «industriel».

MISE AU POINT D'UN RECEPTEUR-TYPE

On peut considérer, qu'à l'heure actuelle, l'immense majorité des postes récepteurs se ramène à quelques variantes d'un même type et que les différences portent sur des points secondaires et, plus particulièrement, sur le mode d'alimentation.

En conséquence, nous avons établi le schéma d'un poste récepteur classique comportant la plupart des dispositifs que l'on rencontre dans les appareils du commerce les plus récents (voir le dépliant, figure 50).

La méthode de mise au point appliquée à ce poste-type peut servir dans presque tous les cas.

Le matériel nécessaire pour la série d'opérations, décrites plus bas, est le suivant :

1° Une hétérodyne H.F. (modulée, de préférence, mais non obligatoirement), correctement étalonnée, y compris la gamme des M.F. Une antenne fictive est utile soit séparément, soit incluse dans l'hétérodyne.

2° Un appareil de mesure universel, du type décrit dans cet ouvrage, ou un voltmètre du commerce, ayant au moins 500 ohms par volt et donnant les gammes 0-15 et 0-300 volts. Un milliampèremètre de 0-50 (ou 100) mA est utile, mais pas indispensable (pour être intercalé dans le circuit de plaque de la lampe finale).

3° Eventuellement un voltmètre à lampe ou un appareil indicateur à œil cathodique.

Nous supposons que les pièces sont toutes en bon état, qu'il n'y a pas d'erreur de montage et qu'aucun phénomène anormal ne se produit lors de la mise en marche du poste. S'il en était autrement, il faudrait, au préalable, s'en référer aux chapitres traitant des pannes.

Avant de commencer la mise au point proprement dite, il sera bon de procéder à une vérification générale des tensions. Celles-ci devront correspondre sensiblement à celles marquées sur le schéma de principe. Toutefois, des écarts de l'ordre de 10 % n'auront pratiquement aucun effet sur le rendement d'un poste bien construit.

On commence toujours par aligner la M.F. Pour cela, on connecte l'hétérodyne à la grille de la lampe amplificatrice M.F. et on la règle à la fréquence voulue, soit 472 kHz pour le cas envisagé.

Il est presque toujours nécessaire d'intercaler un condensateur fixe de l'ordre de 100 µµ F entre l'hétérodyne et la grille pour éviter de court-circuiter la C.A.V.

On procède alors aux opérations suivantes :

Mettre l'inverseur de l'hétérodyne sur la position «modulé».

Régler l'atténuateur de l'hétérodyne jusqu'à ce qui l'on entende le son dans le haut-parleur, puis pousser le réglage, au besoin au maximum, pour obtenir un commencement de fermeture de la zone d'ombre de la lampe indicatrice.

Si rien n'apparaît, régler le trimmer **du secondaire** du transformateur M.F. dans le sens correspondant à un renforcement du son.

Dès que la lampe indicatrice « répond », arrêter la modulation de l'hétérodyne et continuer les opérations dans le silence.

Régler successivement les deux trimmers pour obtenir la fermeture maximum de la zone d'ombre, au besoin diminuer en même temps le signal fourni pour l'hétérodyne pour éviter la saturation : il faut un signal qui ne ferme pas tout à fait le secteur d'ombre quand le meilleur réglage est obtenu pour que le maximum soit observé de manière bien nette.

On connecte l'hétérodyne à la grille de la lampe changeuse de fréquence (l'endroit est indiqué sur le schéma fig. 50), et on

règle le premier transformateur M.F. en procédant comme pour l'autre) et en continuant à diminuer le signal pour qu'il soit juste suffisant pour avoir un accord bien net.

Remarquons ici que des transformateurs M.F. correctement établis sont coupés de manière à former un **filtre de bande** et que leur accord exact ne correspond pas au signal maximum.

Quant ce dernier est obtenu, un des circuits est légèrement désaccordé.

Pour obtenir rapidement un réglage tout à fait correct un oscillographe cathodique est nécessaire ainsi qu'il est expliqué dans un chapitre spécial.

On peut cependant s'approcher de ce réglage parfait en procédant comme suit.

On règle pour obtenir la fermeture maximum de la plage

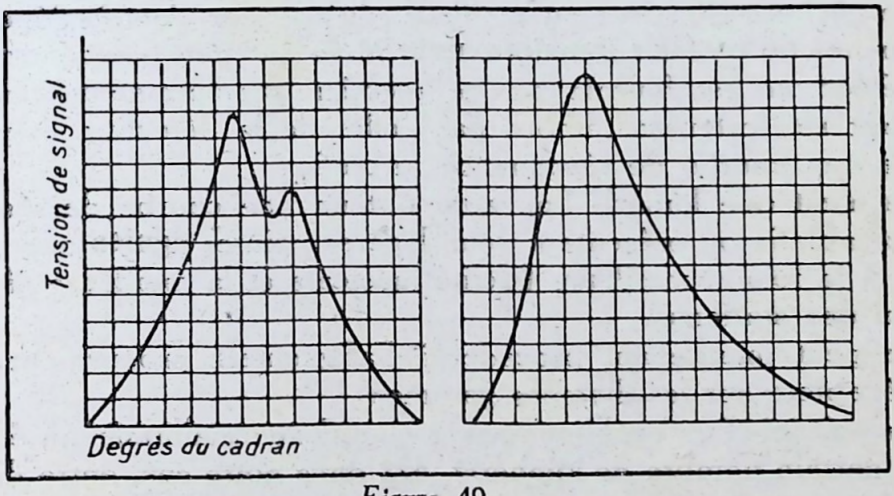


Figure 49

d'ombre comme ci-dessus, puis, sans rien toucher d'autre, **on règle l'hétérodyne sur une fréquence plus élevée** de quelques kilocycles, soit sur 480 kHz par exemple.

On tourne ensuite **lentement** et régulièrement le bouton d'accord de l'hétérodyne en repassant par 472 kHz pour s'arrêter sur 465 kHz environ.

Pendant cette manœuvre on ne quitte pas des yeux l'indicateur d'accord ; si le réglage de l'amplificateur M.F. est parfait on doit voir l'amplitude du signal croître graduellement et régulièrement, **rester stationnaire** sur plusieurs degrés du cadran, puis décroître régulièrement jusqu'à 0.

Il y a peu de chances que ce soit le cas pour un réglage fait comme ci-dessus. On constatera, au contraire, qu'à une certaine fréquence le signal passe par un maximum pour retomber rapidement, puis sur une autre fréquence présente un autre maximum plus grand ou plus petit que le premier. Ou encore il n'y a qu'un maximum mais le signal ne varie pas de la même manière de part et d'autre de celui-ci : d'un côté il y a une variation brusque et de l'autre le signal tend à s'étaler sur un espace plus ou moins grand de la graduation. Les courbes de la figure 49 représentent le genre de sélectivité donnée par le récepteur.

On tâchera d'arriver au meilleur réglage par de très légères retouches **au premier transformateur M.F.** En effet, presque toute la sélectivité est fournie par ce premier transformateur car le suivant est fortement amorti par l'effet de la détection et présente une courbe de résonnance arrondie.

Ce n'est que lorsque l'on aura obtenu une courbe de résonnance aplatie ou présentant deux légères pointes **égales** que l'on aura à la fois la meilleure fidélité musicale et la meilleure séparation des stations.

On peut maintenant procéder à l'alignement proprement dit du récepteur sur les diverses gammes.

Il s'agit ici d'un problème assez complexe : maintenir un écart d'un certain nombre de kilohertz, 472 dans notre cas, entre deux circuits résonants et ce sur toute l'étendue de la plage d'accord.

Un des circuits est accordé sur la fréquence de l'émission à recevoir. Les constantes de ce circuit **déterminent la position des repères sur le cadran du récepteur ;** on ne peut donc y apporter de modifications au cours du réglage.

Le ou les bobinages H.F. ont été établis par le constructeur pour un condensateur d'accord donné et c'est d'après l'ensemble condensateur-bobinage que le cadran a été étalonné.

Il n'y a donc un réglage pour lequel les repères des stations

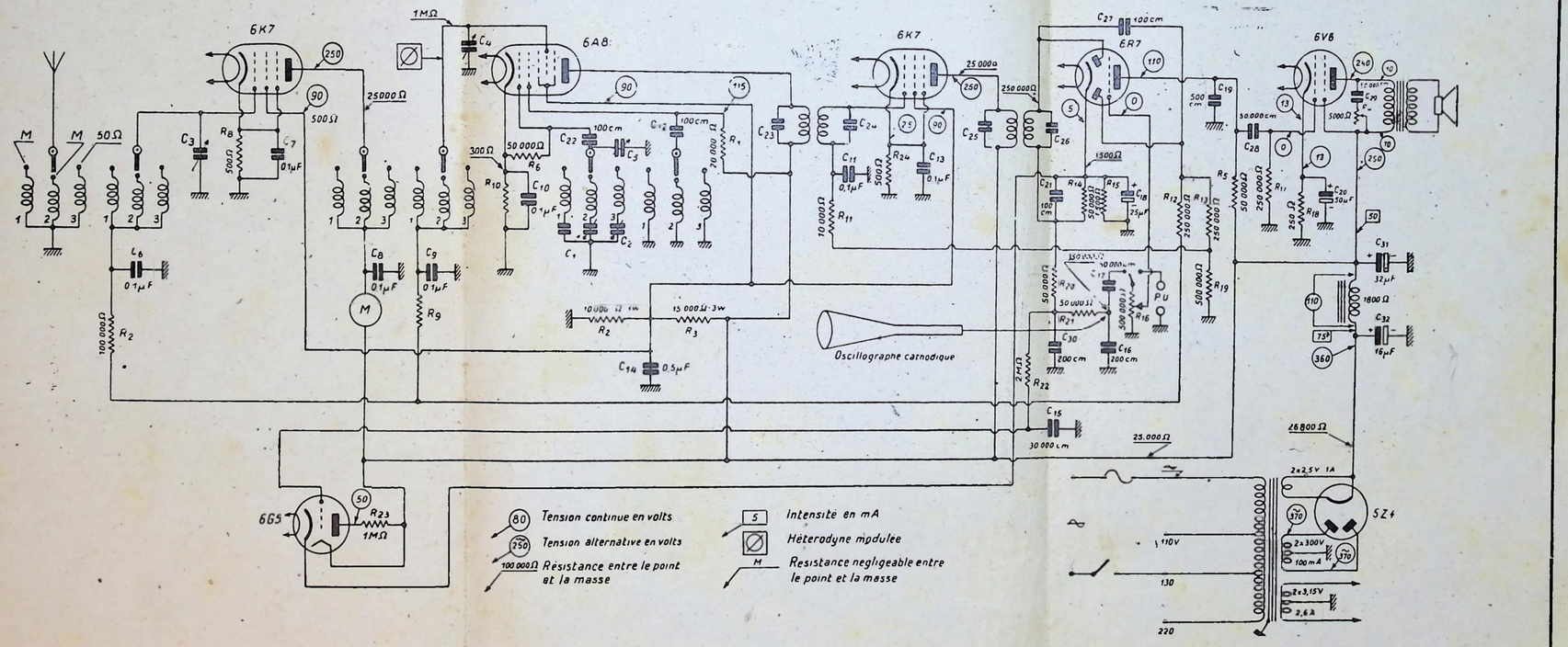


Figure 50

SCHÉMA TYPE DE SUPERHÉTÉRODYNE POUR SECTEUR ALTERNATIF

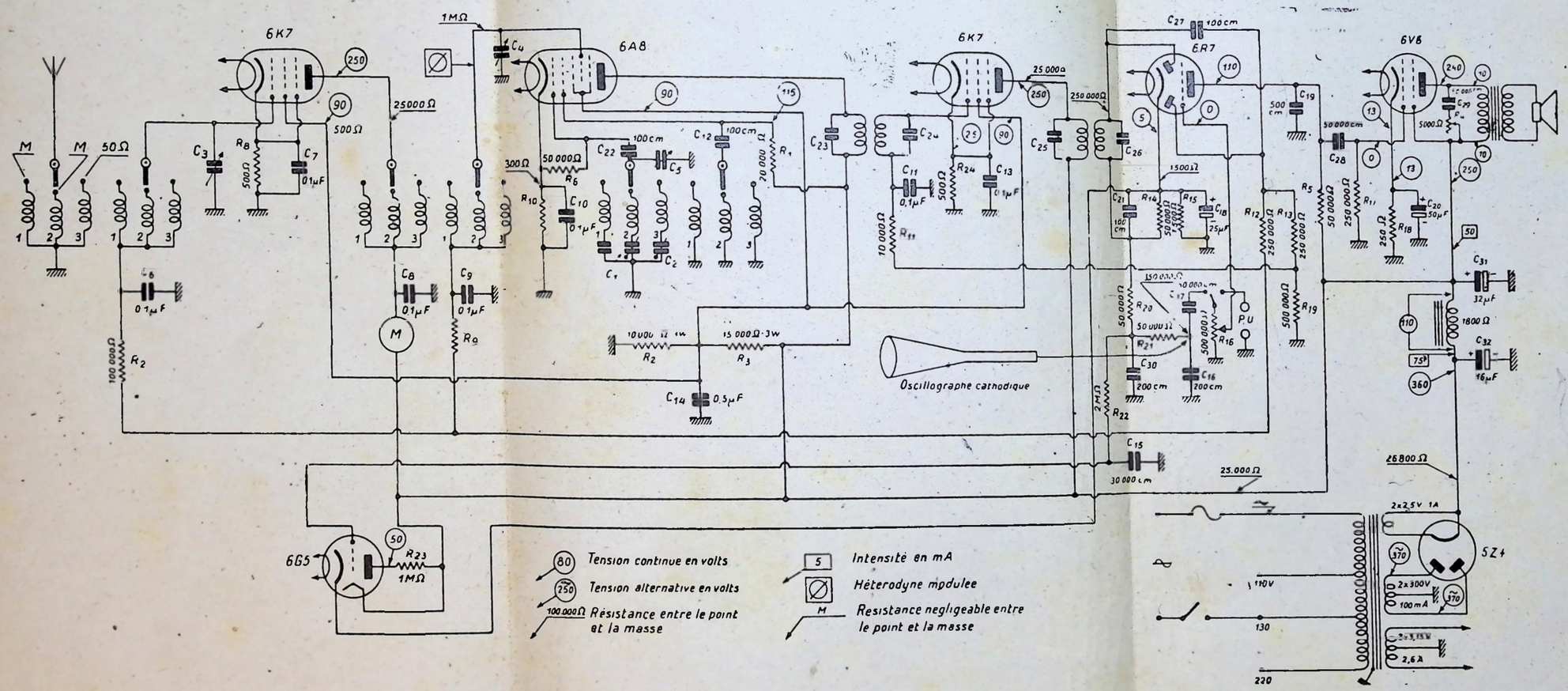


Figure 50

SCHÉMA TYPE DE SUPERHÉTÉRODYNE POUR SECTEUR ALTERNATIF

sont exacts et, inversement, c'est quand l'aiguille se trouve sur le repère correspondant que l'on peut accorder le bobinage H.F. exactement.

Il s'ensuit cette chose très importante que **c'est le circuit oscillant qui doit être ajusté pour venir s'aligner (à 472 kHz près) avec les circuits H.F.** et non le contraire.

Le principe du changement de fréquence est le battement du signal à recevoir avec un autre créé dans le poste. La fréquence intermédiaire dite M.F. est la différence entre les deux fréquences et elle peut-être obtenue de deux manières : en soustrayant la fréquence de l'oscillateur local de celle du signal à recevoir ou bien en soustrayant la fréquence du signal de celle de l'oscillateur local. Celui-ci doit donc être accordé sur une **fréquence inférieure** dans le premier cas, **supérieure** dans le second cas à celle du signal.

Pour des raisons de construction c'est le second moyen qui est généralement utilisé.

On dit aussi, en parlant de ce mode de fonctionnement, que l'on utilise le **battement inférieur** et ceci peut prêter à confusion. En réalité cela signifie que l'on utilise le battement qui se trouve **le plus bas sur le cadran** (lequel est généralement étalonné en longueurs d'onde et non en fréquences), c'est-à-dire correspondant en réalité à une fréquence **plus élevée.**

Cette expression date de l'époque des superhétérodynes à deux boutons d'accord séparés (appareils à cadre) où étant donné la fréquence très basse de la M.F. les deux battements pouvaient être indifféremment utilisés. Elle se trouve encore dans les livres récents.

Pour obtenir une différence de fréquence entre deux circuits on peut s'y prendre de trois manières : accorder un des deux sur une capacité plus petite en utilisant des bobinages identiques, utiliser des capacités identiques, mais un nombre de spires différent ou combiner les deux moyens.

Les deux premiers moyens ne permettraient pas de maintenir l'écart en fréquence constant sur toute la gamme : on utilise donc à la fois un bobinage d'hétérodyne plus petit et une capacité d'accord moins grande.

au minimum,
toutes les sections
donc le bobinage qui doit
créer une grande différence de ca-
sateur est à son maximum.
une capacité maximum différente à la section
teur variable qui accorde le circuit oscillateur en
une forme spéciale aux lames ou en en mettant moins
de système que l'on trouve dans les anciens appareil améri-
cains à une seule gamme de longueur d'onde, permet un accord
tout à fait rigoureux, mais sur une gamme déterminée seulement.
Sur d'autres gammes des dispositifs de compensation plus ou
moins compliqués sont nécesaires.

Il s'ensuit que l'on utilise exclusivement à l'heure actuelle des
condensateurs d'accord à sections égales et la différence de ca-
pacité est obtenue en intercalant un condensateur fixe en série
avec le condensateur variable. Ce condensateur fixe que l'on
ppelle en langage technique anglo-saxon « padding » doit ce-
ndant être **ajustable** pour permettre une mise au point exacte.
haque gamme doit avoir son padding particulier.
système ne permet l'accord exact qu'en trois points dé-
és de la gamme entre lesquels il y a un désaccord, impos-
éviter, mais qui ne doit pas dépasser 2 ou 3 kHz dans les
soignés. Dans beaucoup d'appareils du commerce il
dant beaucoup plus fort et, par suite d'emploi de bobi-
étudiés, tout à fait irréductible.
n des trois points d'alignement correspondant au
désaccord dépend des caractéristiques du bobinage
e la M.F. adoptée. Elle est parfois indiquée par le

appelées, nous allons passer à des indications
alignement par la gamme sur laquelle il doit
soit les P.O.
s standardisation des points d'alignement
connaissons pas ceux utilisés par le cons-

tructeur nous pouvons les choisir arbitairement fréquences faciles à déterminer sur le cadran.

Voici des valeurs communément utilisées :

600, 1.000 et 1.400 kHz ;

650, 970 et 1.450 kHz ;

550, 1.000 et 1.350 kHz (indiqué par le fabricant SPIR) ;

575, 960 et 1.300 gHz (adopté par les divers fabricant binages).

Il faut bien se pénétrer de l'idée que le récepteur a dé aligné par les constructeurs. Il est possible que cet alignem ne soit pas le meilleur qui puisse être obtenu : la fabrication série ne permet pas d'accorder beaucoup de temps à la mise point.

Mais une chose est certaine : c'est que si nous cherchons à l'améliorer et si nous obtenons, en se faisant, un alignement

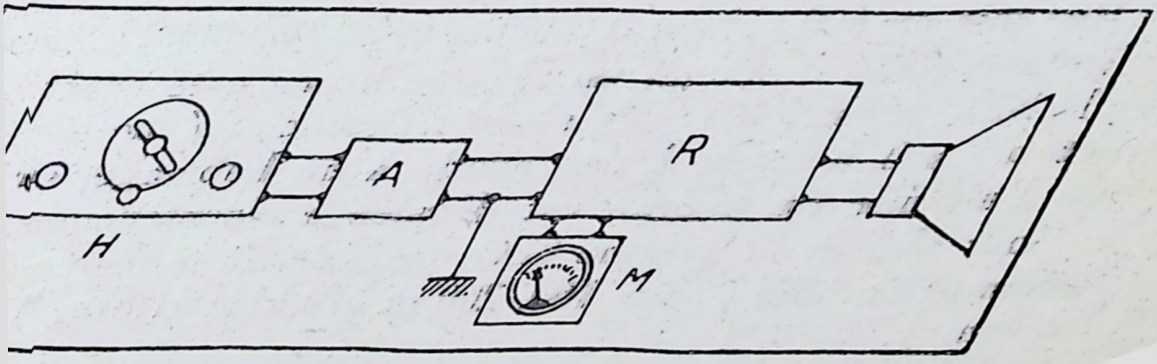


Figure 51

mais différent de celui qu'avait fait l'
cadran ne tombera plus exac

Ajuster **le trimmer** du bobinage oscillateur jusqu'à obtention du signal maximum.

Ne pas toucher au padding.

Ajuster les trimmers H.F.

Remarque. — Dans les postes soignés il y a des trimmers séparés pour chaque gamme. Dans les modèles anciens ou bon marché, il y a des trimmers placés sur le condensateur d'accord et qui servent pour toutes les gammes : il est évident qu'il n'y a qu'une gamme, dans ce cas, pour laquelle l'alignement peut être parfait.

2) Régler hétérodyne et récepteur sur 600 kHz (500 mètres). Ajuster le **padding** de l'oscillateur jusqu'au signal maximum.

Ne toucher à aucun trimmer.

3) Régler hétérodyne et récepteur sur 1.000 kHz (300 mètres). Si nécessaire, retoucher les trimmers jusqu'à alignement parfait.

4) Revenir sur 600 kHz et retoucher **éventuellement** le padding.

L'impossibilité d'obtenir un réglage à peu près exact indique que la M.F. n'est pas réglée sur la fréquence prévue par le constructeur, soit à cause d'une avarie à un bobinage, soit encore que l'aiguille du cadran est décalée accidentellement.

Pour aligner la gamme G.O. on utilisera le même procédé en prenant comme points 160, 200 et 270 kHz (1.875, 1.500 et 1.111 mètres).

Comme la valeur du trimmer G.O. doit absolument être plus grande que celle du trimmer P.O., il lui est généralement adjoint une capacité fixe C (fig. 52). Lorsqu'il n'y a qu'un jeu de trois trimmers pour toutes les gammes, on est quand même obligé d'en ajouter un supplémentaire pour l'oscillateur G.O. qui devra être ajusté indépendamment.

Le padding O.C. est généralement une capacité fixe de 4.000 ou 5.000 $\mu\mu$F.

La gamme O.C. est souvent traitée d'une manière fort rudimentaire dans les récepteurs du commerce et il n'y a guère à espérer un alignement parfait et ce d'autant plus que, très souvent, un alignement convenable amène des oscillations intem-

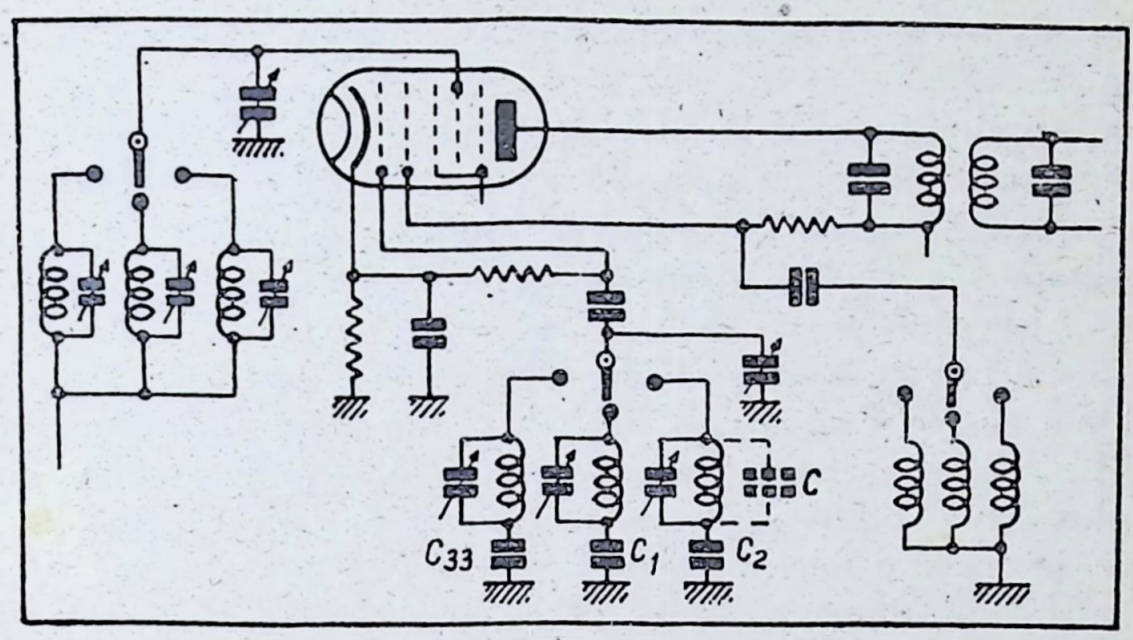


Figure 52

pestives, surtout dans le bas de la gamme, par suite du défaut de blindage entre les circuits.

On se contente généralement de faire un alignement sur 10 mégahertz (30 mètres) pour autant que le constructeur ait muni ses bobinages O.C. de trimmers séparés, ce qui est rarement le cas.

Nous avons supposé que la valeur de la M.F. était connue mais tel n'est pas toujours le cas.

On commencera alors par consulter la **Schémathèque** que tout dépanneur sérieux doit posséder. En principe on devrait trouver cette valeur dans la documentation fournie par le constructeur.

Cependant on peut ne pas avoir tout cela sous la main. Il est possible aussi que le récepteur à réparer soit de marque peu connue ou de modèle ancien.

Dans ce cas il faudra agir par déduction et tâtonnements.

A part de rares exceptions les récepteurs commerciaux peuvent être rangés en deux catégories suivant que leur M.F. est comprise entre 100 et 150 kHz ou entre 400 et 500 kHz.

Les premiers sont surtout des récepteurs anciens ne possédant que deux gammes de longueurs d'onde.

La deuxième catégorie comprend presque tous les appareils actuellement sur le marché.

... de toute autre indication, un con-
... a deux cases seulement implique l'emploi
...vée.

... pas de standardisation universelle de la M.F.

... y a eu, en France, en 1937, le projet de normalisation du S.P.I.R. qui n'a pas été adopté par tout le monde et devait au surplus être modifié si la guerre n'avait pas arrêté tous les travaux des organismes intéressés.

La M.F. normalisée par le S.P.I.R. est de 472 kHz.

En Amérique il y a eu une tendance à adopter 456, puis 465 kHz.

L'âge du poste est aussi un indice : les appareils datant de moins de trois ou quatre ans ont généralement une M.F. élevée, ainsi que la plupart des récepteurs comprenant une gamme O.C.

En cas d'incertitude, on procédera comme suit.

On branchera l'hétérodyne à la grille de la lampe changeuse de fréquence : les transformateurs M.F. sont rarement déréglés à un tel point que l'on puisse recevoir aucune trace de signal. Il y a d'ordinaire au moins un ou deux des circuits encore réglés sur la fréquence prévue.

On tournera lentement le bouton de réglage de l'hétérodyne **commençant par la fréquence la plus élevée** pour ne pas être ...it en erreur par un harmonique.

...rsque l'on perçoit le signal on ajustera tous les circuits M.F. ...lui-ci.

... fort possible que l'on ne parvienne pas à un réglage con- ... généralement l'un des deux cas ci-dessous se présentera : ...n'obtient un alignement acceptable des circuits que ...n place l'aiguille du cadran sur une longueur d'onde ... que celle des stations et le padding doit être **vissé**

...ions tombent trop bas : on n'arrive pas à ajuster ...ur les faire tomber sur le repère même en **dévis-**

t...
du...
ma...
3)
llèle ...
la C.A...
la chan...
qui corre...
4) Si les...
la grille-éc...
tation de to...
volts. La ten...
On n'obtien...
écrans se fait ...
par un diviseur ...
tiomètre) la varia...
5) Placer un m...
plaque ou de catho...
dessouder une conne...
trument doit être shun...

sant tout à fait le padding : la M.F. est accordée
quence trop élevée.

Rappelons ici les méthodes d'indication visuelle
être utilisées en l'absence d'une lampe indicatrice dan
1) Utiliser un « ouputmeter » comme expliqué au
« Mesure des Watts modulés », c'est-à-dire brancher au
du transformateur de sortie un instrument de mesure à re
ou un voltmètre à lampe. Il faut utiliser l'hétérodyne sur
sition « modulé ».
Cette méthode peut manquer de précision s'il y a un d
du côté de la B.F. ou de la détection et elle occasionne un b
agaçant.
2) Brancher un voltmètre à lampe (réglé pour courant co
nu) en parallèle sur la résistance de détection ou sur un point
réseau C.A.V. Cette méthode est particulièrement recom-
dée.
Brancher un voltmètre ordinaire (lecture 5 volts) en para-
ur la résistance de cathode d'une lampe sur laquelle agit
V. ; lampe H.F. ou M.F. (l'indication est moins claire sur
e use de fréquence). C'est la **tension minimum** indiquée
spond à l'accord.
cathodes sont à la masse, brancher un voltmètre entre
am de la lampe M.F. ou du point commun d'alimen-
tes les grilles-écran et la masse : lecture 100 ou 150
ion tend à **augmenter** au point d'accord.
ra de lecture bien nette que si l'alimentation se fait
ar une résistance-série. Si l'alimentation est montées en poten-
de tension (2 résistances
ion de tension sera insignifiante.
lliampèremètre en série avec le ci
e d'une lampe M.F. ou H.F.
ion. La lecture sera de 5
é par une capacité

TABLE ANALYTIQUE POUR LA RECHERCHE SYSTEMATIQUE DES PANNES

La table ci-après est destinée au diagnostic systématique des causes de panne dans un récepteur.

Elle indique le chemin à suivre pour trouver infailliblement les défauts **courants.**

D'autre part il doit être entendu que cette table est destinée au dépannage d'un récepteur **ayant fonctionné normalement** et supposé sans faute de construction ou erreurs de cablage.

Il est également fait abstraction de toute cause de panne provenant **des lampes,** la recherche étant faite après avoir muni le récepteur de **lampes vérifiées.**

La figure 50 représente un montage fonctionnant sur courant alternatif.

Ces montages types renferment à peu près tous les dispositifs que l'on peut habituellement trouver dans les récepteurs construits durant les cinq dernières années avant la guerre.

La grande majorité des cas de panne peuvent donc se rapporter à de tels montages. On choisira celui se rapprochant le plus du poste à dépanner, au moins dans ses grandes lignes — et on pourra s'y reporter pour suivre les opérations.

Pour procéder au dépannage méthodique suivant les indi-

cations du tableau on se servira avec avantage d'un « analyseur » comme celui décrit précédemment.

Pour la tension normale que l'on devra trouver aux divers endroits du poste, il faut également se rapporter au schéma en ne perdant pas de vue que des écarts, en plus ou en moins, allant jusqu'à 20 %, ne peuvent être considérés comme anormaux.

En se servant de cette table, noter que le chiffre de droite renvoie à un autre paragraphe de la même table, en sorte qu'elle contient, pour tous les cas courants, tout le chemin à suivre avec méthode.

Les solutions sont indiquées en caractères **gras.**

1 Silence complet. 2

Fonctionnement imparfait ou, tout au moins, bruit quelconque dans le haut-parleur (ronflement, parasites, souffle, signaux morse). 22

2 Les lampes s'allument.

Les lampes ne s'allument pas. 45 à 49

3 Il y a de la tension à la plaque de la lampe finale. 4

Pas de tension à la plaque de la lampe finale. 18

4 Court-circuiter à la masse les grilles de la dernière lampe ou des précédentes ne cause aucun bruit dans le haut-parleur. 5

Cette opération produit un claquement dans le haut-parleur, au moins pour certaines grilles.

La tension à la cathode de la lampe finale est normale. 6

La tension à la cathode est très élevée (voisine de la tension de plaque).

R18 coupé, ou **connexion de cathode déssoudée.**

Pas de tension à la grille-écran de la lampe finale : **connexion dessoudée.**

Tension normale à cette grille-écran (ou bien lampe finale triode). 7

Pas de tension à l'une ou l'autre grille écran des lampes précédentes : **R8, R21 ou R30 coupé, ou C30 ou C40 claqués.**

...male à toutes les grilles-écran. 8

...as de tension à la plaque de la détectrice : **C19 claqué, R5 coupée ou connexion s'y rapportant dessoudée.**

Tension normale à la plaque de la détectrice. 9

9 La mesure de la tension à la plaque de la détectrice produit un fort claquement au haut-parleur. 15

Cette opération ne produit aucun ou presqu'aucun bruit, **C28 défectueux. R26 coupée,** connexion de la **grille court-circuitée ou coupée.**

10 En connectant l'antenne à la grille de la lampe M.F. on entend des signaux ou, au moins, des parasites. 11

Cette opération ne produit aucun effet. 15

11 En connectant l'antenne à la grille de la lampe changeuse de fréquence on entend les mêmes amplifiés ou même des émissions. 12

On n'entend rien en connectant l'antenne à cette grille :

premier transfo M.F. défectueux, C23 ou C24 court-circuités, secondaire coupé (voir ainsi chapitre suivant).

12 En connectant l'antenne à la grille de la lampe H.F. on entend les émissions d'une manière presque normale mais en l'attachant à la borne d'antenne on n'entend plus rien. **C43 défectueux, connexion d'antenne dessoudée ou à la masse.** 18

On n'entend plus rien quand l'antenne est connectée à la grille de la lampe H.F.

13 En détachant la connexion de cette grille et en reliant directement l'antenne au chapeau de la lampe, on entend des émissions ou au moins des sifflements et un ronflement : le contact du fil de grille fait cesser tout bruit : **circuit d'entrée court-circuité, vérifier trimmer, vérifier connexions blindées.**

On n'entend rien en faisant comme ci-dessus.

14 Tension normale à la cathode de la lampe H.F., courant anodique normal : **il y a un défaut dans le transformateur H.F. ou les circuits connexes : vérifier trimmer, combinateur,** etc.

Tension de cathode exagérée, voisine de la tension de plaque, courant anodique nul : **R8 coupé** (ou dessoudé) (voir aussi au chapitre suivant).

15 Tension normale à la cathode de la lampe détectrice (courant anodique normal). 16

Tension beaucoup trop élevée à la cathode : **R15 coupé** (ou dessoudé).

16 Le poste fonctionne normalement en pick-up ou du moins on entend un fort claquement en touchant du doigt la grille de la lampe détectrice (potentiomètre ouvert). 17

Aucun bruit en faisant comme ci-dessus : **potentiomètre défectueux ou C17 défectueux ou fil de grille à la masse** (attention à la gaine blindée !).

17 Pas de tension à la plaque de la lampe M.F. : **primaire du 2e transfo M.F. coupé.**

Tension normale à la plaque : **C25, C26, C21, C16 court-circuités, secondaire du 2e transfo M.F. coupé, R20 coupé.**

Il y a de la tension à toutes les plaques sauf celle de la lampe finale, on voit rougir la grille-écran de celle-ci, la lampe indicatrice est verte : **Le primaire du transformateur de sortie est coupé ou un fil s'y rattachant est coupé ou dessoudé.**

Il y a de tension à aucune plaque. 19

a de la tension avant filtrage aux bornes de (à l'entrée de l'excitation).

de tension en cet endroit.

tension est faible, le transform-

tion chauffe ainsi que l-

aques de la

claqué ou court-circuit dans la haute tension, C8 claqué.

Cette tension est fort élevée, rien ne chauffe, on entend peut-être un bruit d'ébullition dans C32. **L'enroulement d'excitation (ou la self de filtrage) est coupé ou une connexion s'y rapportant desoudée (vérifier aussi le cordon du haut-parleur).**

21 En dessoudant C32 on obtient, de la tension : **C32 est claqué.**

En le dessoudant il n'y a toujours aucune tension : **R18 coupé, avarie au transfo d'alimentation, point milieu du secondaire haute tension dessoudé de la masse.**

22 Tension normale partout. 23

Tension faible (50 % de la normale ou moins), éclairage du cadran faible, réception faible et déformée. Le transformateur d'alimentation chauffe exagérément ; on sent une odeur de bakélite brulée : **transformateur défectueux, spires court-circuités** (il devra être rebobiné).

23 Tension normale à l'anode oscillatrice (grille anode). Pas de tension à cet endroit : **R1 coupée,** C12 claqué. Dans certains cas, **coupure de la self oscillatrice.** 24

24 La lampe oscille (tension **négative** à la grille oscillante, claquement sec en y touchant).

Pas d'oscillation au moins sur certaines gammes ou parties de gammes. 25

25 Oscillation seulement sur la partie inférieure d'une ou plusieurs gammes. Oscillation s'éteignant quand on augmente la longueur d'onde et ne reprenant que quand on revient en arrière, **C10, C12 ou C22 détériorés (manque de capacité, déconnectés).**

Pas d'oscillation sur aucune gamme. 26

26 Tension de cathode très élevée ; **R10 coupée ou déconnectée.**
Tension de cathode normale **défaut de bobinage, trimmer court-circuité, coupure, C12 ou C22 déconnectés ou détériorés.**

27 Oscillation régulière mais accompagnée d'un bruit régulier (toc, toc, toc,), assez rapide, violents blocages sur la gamme OC : **R6 coupé ou d'une valeur inexacte (par suite d'un remplacement).**
Autre symptôme que ci-dessus. 28

28 On reçoit toutes les stations mais trop faiblement et accompagnées de souffle. 29
Autre défaut que ci-dessus. 32

29 La réception s'améliore en mettant l'antenne directement à la grille de la lampe H.F. : **bobinage ou connexion d'antenne défectueuse** (voir aussi à 12).
Cet essai n'a pas d'effet marqué. 30

30 Pas de tension à la plaque de la lampe H.F. **(bobinage coupé, défaut de combinateur).**
Tension normale à cette plaque. 31

31 Tension anormalement élevée à la cathode de la lampe H.F. : **R8 coupé.**
Tension normale à la cathode, amélioration de la réception en connectant directement l'antenne à la grille de la changeuse de fréquence : **défaut dans le transformateur H.F. éventuellement contacteur de changement de longueur d'onde défectueux.**

32 Rien que des parasites d'un bout à l'autre de la gamme, ou une seule station plus ou moins bien. 33
Défaut autre que ci-dessus. 34

33 **L'axe du condensateur d'accord n'est plus entraîné par le démultiplicateur par suite du desserrage des vis du manchon.**
L'axe est convenablement entraîné : **connexion**

détachée dans le circuit d'accord de l'oscillateur.

34 Nombreux coups de sifflet **dont le ton change** avec le réglage pendant la recherche des stations. Stations puissantes reçues en plusieurs endroits : **manque d'alignement des circuits antenne et H.F.** (trimmers déréglés) voir aussi à 29 et 31.

Autre défaut que celui ci-dessus. 35

35 Sifflements **ne changeant pas de ton avec le réglage,** interférences et manque de sélectivité : **Transformateurs M.F. déréglés ; (C23, C24, C25 et C26 pas alignés).**

Autre défaut que ci-dessus. 36

36 Effets de réaction dans le récepteur : sifflements, accrochages, instabilité, réception peu nette. 37

Autre défaut que ci-dessus. 40

37 Le C.A.V. paraît ne plus agir, la lampe indicatrice ne fonctionne pas, même sur stations puissantes, un voltmètre (0-5 volts), branché en parallèle sur R8 ou R24 ne marque aucune variation de lecture à l'accord. 38

Les indications de l'œil magique ou de l'instrument sont nettes sur chaque accord. 39

38 La zône d'ombre de la lampe indicatrice reste constamment étroite, le voltmètre indique moins que la tension normale, celle-ci **augmente** quand on touche une grille ; une ou plusieurs lampes oscillent : **C14 n'a pas de capacité, ou C8 n'existe pas et C31 n'a plus la capacité suffisante (desséché).**

La zône d'ombre reste élargie, la tension des cathodes ne change pas ou très peu pendant l'accord. Il y a déformation sur les stations puissantes : **C6, C9 ou C11 court-circuités, C27 n'a plus de capacité, une des résistances R1, R12, R13, R19 est coupée, un point du réseau C.A.V. est court-circuité à la masse.**

39 La tension des grilles écran est exagérée : **R2 coupé.**
Tension écrans normale : **C16 ou C21 sans capacité ou désoudés.**

40 La reproduction est fortement déformée, chevrottante ; il y a un fort bruit de secteur, la lampe finale s'échauffe anormalement. 41
Défaut autre que celui-ci. 42

41 On trouve une tension **positive** sur la grille de la lampe finale : **C28 claqué.**
Pas de tension positive sur cette grille, **C20 claqué ou R18 ou R17 coupées ou polarisation court-circuitée à la masse.**

42 La puissance est anormalement faible, les notes graves manquent de netteté et sont accompagnés d'un **crissement** bien caractéristique : **Le dynamique est décentré et la bobine mobile frotte dans l'entrefer.**
Autre défaut que ci-dessus, 43

43 Réception très faible, aigüe, absence presque totale de notes graves : **C28 ou peut-être C17 défectueux : perte de capacité.**
Autre défaut que ci-dessus. 44

44 On entend un parasite continuel, même lorsque l'antenne est détachée, et ce parasite continue en court-circuitant la grille de la détectrice à la masse ; **C28 défectueux** (sur le point de claquer), **R5 ou éventuellement R28 défectueux.**
Le parasite cesse quand la grille de la détectrice est mise à la masse : **Il y a quelque part un arc entre une connexion sous tension et le châssis ; ou bien une résistance et coupée, mais le courant continue à passer sous formes d'étincelles (examiner R18) ; faire un essai dans l'obscurité pour localiser le défaut par la lueur.**
Vérifier C32.

Le transformateur d'alimentation peut être défectueux (défaut d'isolement).

45 **Le fusible du poste est brûlé.**
Le fusible du poste est intact ou il n'y en a pas. 46

46 **L'interrupteur du réseau ne fonctionne pas: voir aussi le cordon de secteur et la fiche.**
L'interrupteur fonctionne ; on constate que la tension du réseau arrive dans le poste. 47

47 Appareil du type alternatif. 48
Appareil du type universel. 49

48 Aucune lampe ne s'allume, il n'y a pas de tension aux plaques de la redresseuse : **Primaire de transformateur d'alimentation coupé.**
La redresseuse s'allume seule, il y a de la tension de plaque : **fil désoudé dans le circuit de chauffage ou celui-ci court-circuité** (se méfier des connexions isolées au caoutchouc).

49 **Ampoule d'éclairage claquée** (cas ou celle-ci est en série avec les lampes et non shuntée).
Ampoule intacte : **R34 coupé.** Il s'agit souvent d'une résistance **comprise dans le cordon de secteur** (voir aussi la fiche de secteur).

EXEMPLES DE CAS EMBARRASSANTS ET LEUR REMEDES

Nous ne saurions prétendre décrire toutes les possibilités de mauvais fonctionnement d'un récepteur, dix volumes n'y suffiraient pas. Nous nous bornerons donc à donner quelques exemples de cas, pouvant embarrasser un technicien qui les rencontre pour la première fois.

1°) L'appareil fonctionne normalement, mais il se produit au bout de quelque temps un brusque affaiblissement de l'audition pouvant aller jusqu'à la disparition totale ou, encore, une émission se substitue tout à coup à une autre. **En tournant le cadran de quelques degrés on retrouve le poste à sa puissance normale ou très légèrement diminuée.**

Le phénomène se reproduit parfois au bout de quelques minutes et l'on retrouve le poste à sa place normale.

La cause générale du phénomène est un mauvais contact dans une des parties du circuit d'hétérodyne. Ce mauvais contact a pour effet de modifier les constantes du circuit et, par suite, la fréquence de l'oscillation.

Il est à remarquer qu'on n'observe jamais le phénomène en G.O. (du moins un tel cas n'a jamais été constaté par l'auteur).

Le coupable est le plus souvent le combinateur dont les lames court-circuitant la partie G.O. de l'enroulement réactif du bobinage oscillant ferment mal.

Alors, le contact est précaire et cette partie d'enroulement est tantôt en circuit et tantôt pas. L'introduction de cet enroule-

ment supplémentaire a pour effet de modifier légèrement les constantes du bobinage et par suite le point d'accord.

Nous avons rencontré un autre cas où il s'agissait d'un défaut du trimmer de la section du condensateur d'accord, accordant l'oscillatrice, et un cas où la lampe oscillatrice elle-même était en défaut, il devait y avoir une pièce interne mal fixée.

2°) **Il se produit un ronflement de secteur, mais uniquement au moment de l'accord précis sur une émission et ce ronflement est d'autant plus accentué que la station reçue est plus puissante.**

Il s'agit d'une modulation de l'onde porteuse à la fréquence du secteur.

Cela est souvent dû à la présence dans le secteur d'une composante H.F. qui est modulée à 50 p/s, captée par les circuits du poste et superposée à l'onde porteuse.

Ce désagréable phénomène se produit surtout avec les réseaux aériens.

Le remède le plus efficace est l'emploi d'un transformateur d'alimentation muni d'un écran électrostatique entre primaire et secondaires. Aucun transformateur d'alimentation ne devrait être construit sans cette précaution.

Au cas où celui de l'appareil n'en serait pas muni, on supprime d'ordinaire le phénomène en intercalant entre chaque pôle du secteur et la masse une capacité **non inductive** de 0,01 ou même 0,005 µF. Il suffit même souvent de mettre une capacité à un seule pôle. Ces condensateurs doivent être éprouvés à 2.000 volts **au moins.**

Dans certains cas, c'est la lampe redresseuse qui est en faute. Certaines, dont le vide n'est plus très bon, engendrent des oscillations à fréquence très élevée qui sont modulées à la fréquence du secteur et se propagent dans le poste.

Il faut alors placer des capacités de l'ordre de 0,01 µF entre les plaques de la redresseuse et la masse ou entre les plaques et filament. Ce capacités doivent être éprouvées à 3.000 volts au moins et être rigoureusement non inductives. Elles coûtent assez cher. Il faut savoir que leur claquage peut provoquer la destruction du transformateur d'alimentation, ou celle de la redresseuse.

Un écran électrostatique est encore utile dans ce cas.

Il est à remarquer que les redresseuses à atmosphère gazeuse (vapeur de mercure) sont très sujettes à des phénomènes de ce genre et que, de toute façon, elles nécessitent un filtrage beaucoup plus poussé.

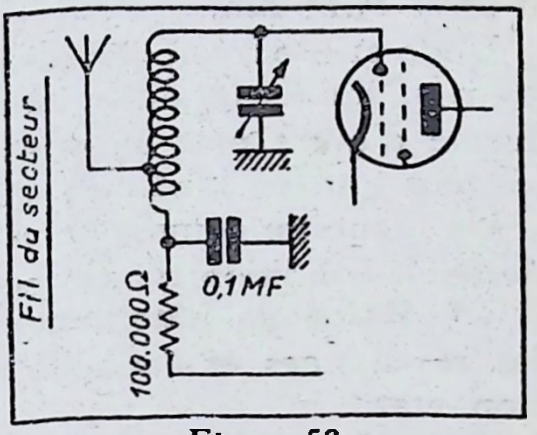


Figure 53

Un effet du même genre se produit encore dans certains postes, lorsque la descente d'antenne voisine avec des fils de secteur ou est entremêlée, au voisinage du poste, avec le cordon d'alimentation.

Il est surtout marqué lorsque le circuit de grille de la première lampe présente une résistance ohmique élevée. La figure 53 représente un cas type .

Les charges alternatives à 50 p/s transmises électrostatique-

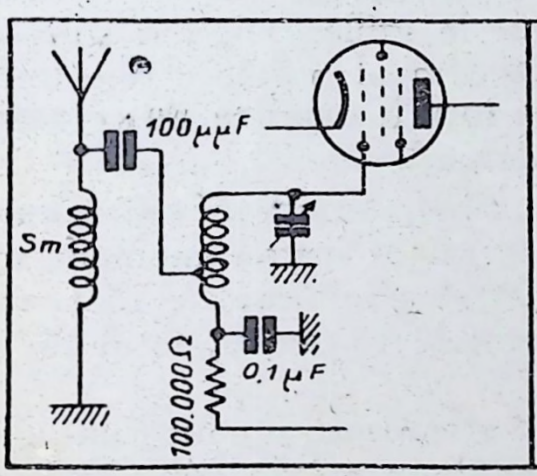


Figure 54

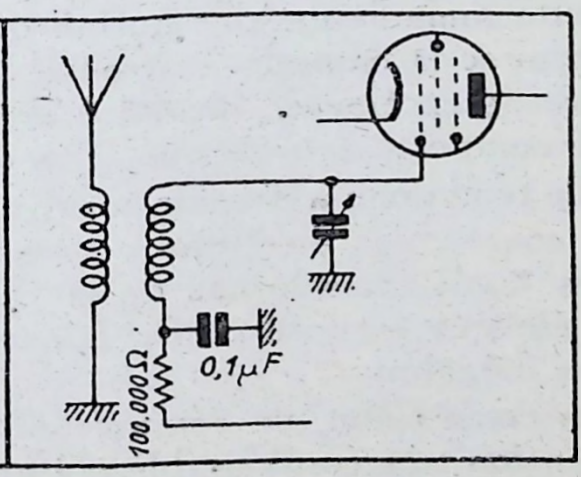


Figure 55

ment à l'antenne ne peuvent s'écouler assez rapidement et sont transmises à la grille de la lampe où elles modulent le signal reçu.

Le remède consiste à court-circuiter l'antenne pour la composante 50 p/s. tout en conservant le signal H.F.

La figure 54 donne une des solutjons. On intercale une capacité d'environ 100 à 250 cm entre la bobine d'accord et l'antenne et

on relie en outre cette dernière à la terre à travers une bobine d'arrêt H.F. Sm.

Celle-ci n'offre, pour ainsi dire, aucune résistance au courant 50 p/s, tandis qu'elle bloque efficacement la H.F. La capacité forme d'autre part un obstacle sérieux au courant induit par le secteur tout en laissant facilement passer la H.F.

Un montage comme celui indiqué figure 55, donne le même résultat à condition que le couplage ne soit pas trop serré.

3°) **Refus de fonctionnement de la C.A.V.** alors que toutes les résistances et capacités s'y rapportant, ont été trouvées en bon état.

On trouve une tension **négative** au départ de la diode de contrôle, mais aux grilles mêmes la tension est **positive.**

Il en résulte un débit anodique absolument exagéré des lampes H.F. et M.F.

La coupable est une de ces deux lampes qui présente le défaut d'engendrer du **courant inverse de grille.**

Cette maladie est due au fait que la grille, qui, par son voisinage avec la cathode, se trouve forcément portée à une température assez élevée, **se met à son tour à émettre des électrons** et se comporte comme une seconde cathode.

Elle tend donc à devenir positive. Si elle était reliée directement à la masse, les électrons perdus seraient instantanément récupérés, mais dans le cas de la C.A.V. une série de résistances très élevées est interposée. L'ensemble forme un total de plusieurs mégohms.

Par conséquent, un courant, même infirme, y cause une chute de tension très considérable qui annule et même dépasse la tension négative initiale.

La grille ne pouvant récupérer assez vite les électrons perdus, devient de plus en plus positive et perd tout contrôle sur la lampe.

Il peut alors se passer divers phénomènes contradictoires qui rendent souvent le diagnostic difficile. Il peut y avoir notamment perte de puissance ou, au contraire, augmentation de puissance avec accrochage et sifflements, la sélectivité peut-être fortement réduite, etc...

On a donc toujours intérêt à réduire autant que possible la résistance totale de l'ensemble de la C.A.V.

On est toutefois limité dans cette voie par la nécessité d'un découplage suffisant. D'autre part, la diode de contrôle doit, pour bien faire, avoir une résistance de charge aussi élevée que possible, si l'on veut que le dispositif ait un bon rendement.

C'est pourquoi, dans un appareil normal, où toutes les précautions ont été prises, il n'y a qu'à changer la lampe.

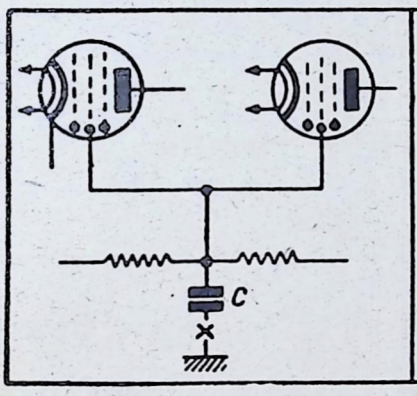


Figure 56

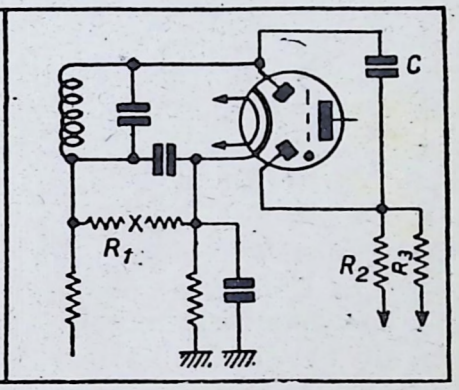


Figure 57

On veillera aussi à ne pas trop chauffer les lampes, on conçoit, en effet, que le phénomène prendra naissance d'autant plus facilement que la grille est plus chaude.

4°) **Anomalies dues aux éléments de détection :** Lorsque la résistance de détection R_1 (fig. 57) est coupée ou dessoudée, des effets particuliers se produisent dont la cause est souvent fort difficile à déceler.

Il peut y avoir une violente oscillation de la lampe M.F. due au fait que le secondaire du transformateur M.F. n'est plus amorti par le courant de diode. Celle-ci, en effet, n'est plus couplée à la cathode et aucun redressement ne peut se faire. On voit donc d'ordinaire la zone d'ombre de la lampe indicatrice disparaître entièrement. Contrairement à ce que l'on pourrait supposer, il peut encore y avoir audition car la deuxième diode, qui com-

mande la C.A.V., continue à redresser les courants H.F. et les courants B.F. détectés sont transmis à la grille de la lampe par capacité.

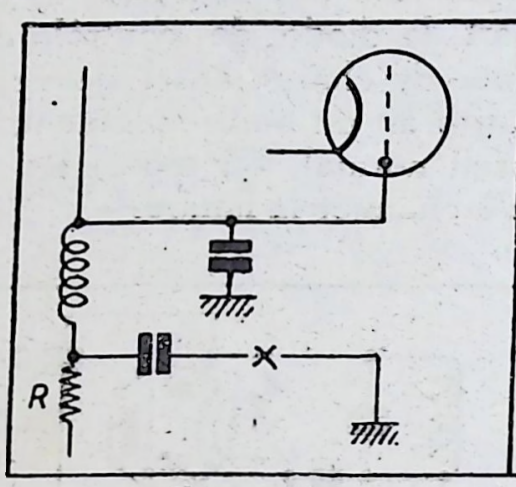


Figure 58

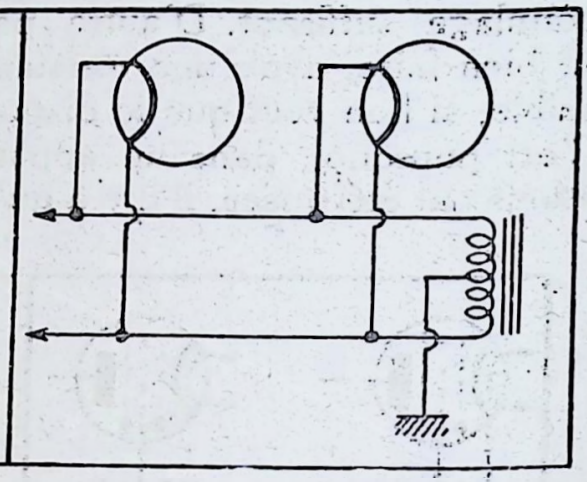


Figure 59

L'audition s'accompagne de sifflements et de distorsions et, d'ordinaire, on soupçonne le transformateur M.F.

5°) **Les mauvaises masses** peuvent causer les troubles les plus divers dont l'origine reste souvent abscure.

Lorsque ces masses se rapportent à un élément de découplage (fig. 56), par exemple le condensateur C, le résultat normal est la production d'oscillations (sifflets ou grognements).

Par contre, une perte notable de sensibilité résulte parfois d'une mauvaise connexion à la masse d'un condensateur intéressant le circuit C.A.V. (fig. 58).

La résistance R est, en ce cas, en série avec le bobinage et cause un grand amortissement. S'il s'agit d'un transformateur M.F. il y a, en outre, une perte de sélectivité.

6°) **Le circuit de chauffage** peut être cause de phénomènes bizarres: Ronflements accordables comme au 2°, instabilité et accrochages en H.F.

Le circuit de chauffage des lampes est normalement mis à la masse par l'intermédiaire d'une prise médiane sur l'enroulement du transformateur (fig. 59). Certains constructeurs toutefois, omettent de faire ce racccrdement, ce qui paraît admissible à priori quand toutes les lampes sont à chauffage indirect. Mais

on perd de vue que le réseau de chauffage est susceptible de canaliser des courants M.F. d'une lampe à l'autre et d'être cause d'instabilité. On supprimera sans inconvénient le défaut en mettant un des pôles à la masse (fig. 60). Ce système est même préférable à une prise médiane, pour la réception des O.C.

Il arrive en effet que, lorsque l'on utilise une prise médiane dans un poste muni d'une gamme O.C., l'inductance des deux demi-enroulements de chauffage crée une impédance suffisante pour causer des phénomènes désagréables. Il peut notamment y avoir du ronflement de modulation.

Le remède consiste à placer, le plus près possible de la lampe changeuse de fréquence, des capacités C_1-C_2 de 1.000 à 5.000 µµF au **mica,** c'est-à-dire rigoureusement non **inductive** entre chaque pôle du chauffage et la masse (fig. 61).

Une mauvaise masse au blindage d'une connexion peut provoquer des sifflements et des accrochages en H.F. et en M.F.

Un défaut assez courant est un mauvais contact entre le boîtier d'un électrolytique et le châssis, surtout lorsque ce dernier est peint. Suivant la position du condensateur, il peut se produire toutes sortes d'effets bizarres. Le plus probable est un ronflement par défaut de filtrage, mais il peut aussi se produire des sifflements, de l'instabilité en M.F. et du « motor boating » en BF. Le manque de contact à la masse d'un blindage de bobinage

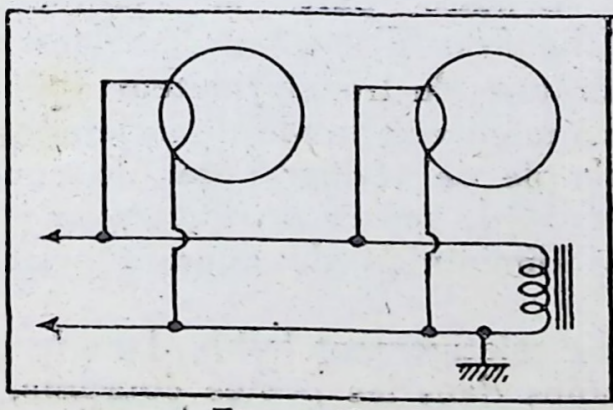


Figure 60

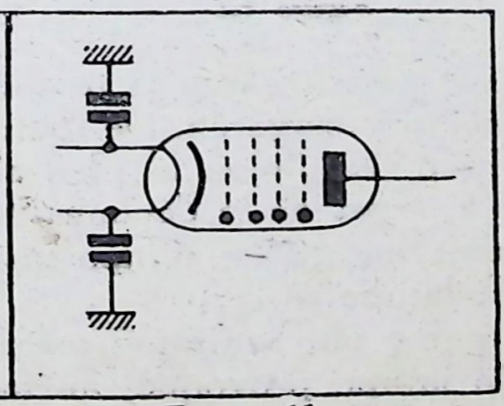


Figure 61

peut donner lieu à des accrochages dont l'origine est très difficile à découvrir.

Un défaut de contact peut parfois se produire entre le bâti du condensateur variable et la masse du châssis. Actuellement, les bons constructeurs établissent d'ailleurs cette liaison à l'aide d'une connexion spéciale.

7°) **Phénomènes causés par les condensateurs.** Les condensateurs fixes, particulièrement ceux au papier, peuvent présenter plusieurs défauts en dehors du claquage net. Dans ce cas il y a d'ordinaire panne totale et le défaut est assez simple à trouver.

Mais il peut se présenter :

A) **Un courant de fuite :** Les effets produits sont variables suivant la position du condensateur. On peut même ne pas s'en apercevoir. Supposons que C, dans la figure 62, présente un défaut d'isolement. Tout se passe comme si une résistance R (en pointillé), se trouvait en parallèle sur ce condensateur. La polarisation de la lampe est plus ou moins diminuée suivant l'importance du défaut. La lampe travaille donc dans des conditions anormales, mais rien n'apparaît tant que l'on ne demande pas la puissance maximum. On trouvera alors que celle-ci est réduite, en ce sens que la distorsion apparaîtra plus tôt que si la polarisation était exacte.

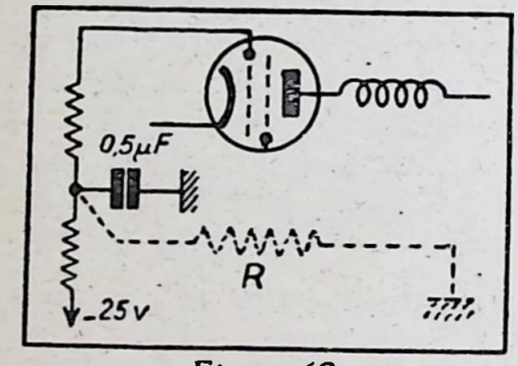


Figure 62

D'autre part, la lampe s'échauffera d'avantage, et il est également possible que la température du transformateur d'alimentation soit exagérée. De toutes manières, la vie de la lampe sera abrégée. La facon la plus simple de vérifier l'état du condensateur, c'est de le déconnecter de la masse et d'observer s'il se produit en même temps une diminution du courant anodique de la lampe.

Comme une variation, même relativement faible dans le débit de la lampe provoque, au moins dans les postes courants, une variation de la tension générale d'alimentation (étant donné la faible « réserve » des transformateurs), il suffit de mesurer celle-ci.

Si le condensateur défectueux est précédé d'un circuit de ré-

sistance très élevée (C.A.V. par exemple), le bon fonctionnement peut être sérieusement compromis, car le circuit est virtuellement court-circuité. Les conséquences les plus graves d'un défaut d'isolement dans un condensateur se présentent lorsqu'il s'agit de l'élément de liaison d'un amplificateur à résistance (fig. 63).

Comme R a d'ordinaire une valeur très élevée, la tension négative de grille peut non seulement être annulée, mais devenir positive. Il en résulte une distorsion marquée. S'il s'agit d'une lampe finale, sa mise hors service peut arriver à bref délai.

Un condensateur de fuite C_1 est souvent utilisé dans le circuit de plaque de la lampe détectrice pour éliminer les courants H.F. (fig. 64). Lorsque le condensateur est défectueux, il en résulte ordinairement des craquements fort gênants dont il est très malaisé de déceler l'origine. Ces craquements ressemblent à des parasites industriels, mais s'en distinguent parce qu'il persistent avec la **même intensité** quand l'antenne n'est pas reliée au poste.

B) **Coupure de capacité :** Ce défaut est courant dans les petits condensateurs tubulaires au papier. Il provient de ce que, à l'intérieur du condensateur une des connexions est détachée de l'armature correspondante. Dans les condensateurs tubulaires à bon

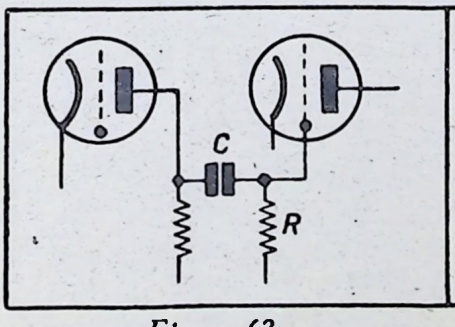


Figure 63

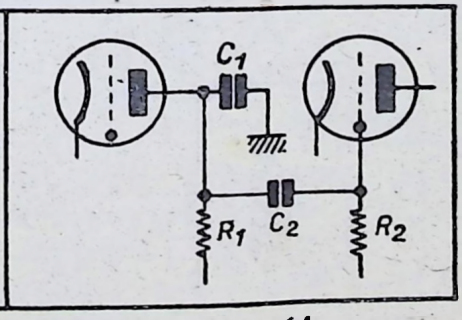


Figure 64

marché, cette connexion n'est souvent pas soudée. La coupure peut aussi avoir lieu par oxydation.

Lorsque le condensateur est utilisé dans un réseau de découplage, les symptômes sont les mêmes que ceux d'une mauvaise

masse. Dans le cas du condensateur de liaison d'un étage B.F. à résistances, le résultat est un très grand affaiblissement dans la reproduction ; le son est très pur, mais aigu et les notes graves ont pratiquement disparu. Dans certains cas, le poste est silencieux.

En H.F. d'autres phénomènes ont lieu, par exemple (fig. 65) le condensateur de grille d'une lampe oscillatrice peut n'avoir plus qu'une minime capacité résiduelle qui suffit néanmoins à entretenir les oscillations sur certaines fréquences. On constatera que le poste marchera par exemple sur P.O., mais pas sur G.O., ou bien il cessera de fonctionner au-dessous de 400 m, etc...

8°) **Pannes causées par des condensateurs électrolytiques :** Ces derniers peuvent être atteints de plusieurs sortes de maladies. Ils peuvent claquer comme les condensateurs au papier. Cela se passe surtout dans les modèles dits « secs » ou « électrochimiques » (en réalité, ils contiennent toujours un électrolyte humide sous forme de gel). Ces mêmes modèles perdent facilement leur capacité par desséchement du produit actif. Cette perte de capacité donne lieu au même phénomène qu'une rupture de connexion (ronflement, « motor boating », etc...).

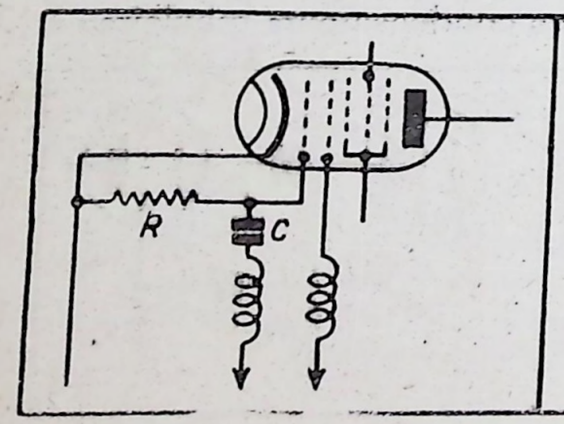


Figure 65

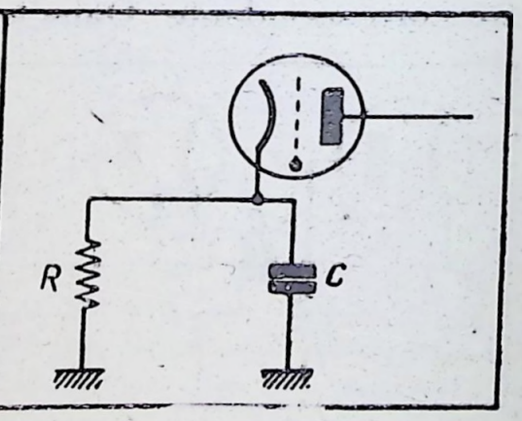


Figure 66

Tout condensateur électrolytique possède une certaine résistance interne et celle-ci augmente avec le vieillissement.

Le remplacement d'office des électrolytiques est donc toujours à conseiller lorsque le poste a plusieurs années d'usage. Quand un condensateur électrolytique est utilisé comme découplage de

cathode dans un étage B.F. (fig. 66), la perte de capacité se traduit toujours :

a) par un perte de puissance par « contre-réaction ».

b) par une absence de notes graves.

Le claquage de C se traduit au contraire par la distorsion et, s'il s'agit d'une lampe finale, par échauffement considérable de celle-ci et, peut-être, du transformateur d'alimentation.

On trouve dans certains postes anciens utilisant une lampe finale à chauffage **direct** un dispositif comme celui de la figure 67.

Ce système est **très mauvais,** car il crée une différence de potentiel entre cathode et filament de toutes les lampes du poste. Si C perd sa capacité, non seulement les phénomènes B.F. du cas précédent se produiront, mais on pourra aussi constater des oscillations en H.F. et B.F. provoqués par les courants H.F. transmis d'une lampe à l'autre par le circuit de chauffage.

Ce dernier est en effet séparé de la masse par R qui forme impédance.

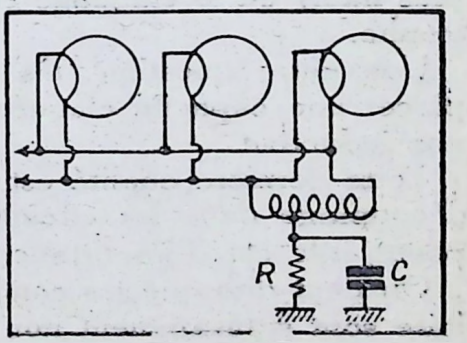


Figure 67

Un bon conseil : quand on rencontrera ce dispositif, il vaut mieux le supprimer et polariser par un autre moyen.

9°) **Claquage de condensateurs :** Lorsque la lampe finale est à chauffage indirect, la tension d'essai des condensateurs au papier que renferme le poste, doit être de 50 % plus élevée que lorsque la lampe finale est à chauffage direct.

Ce détail est parfois oublié lors de la modernisation de châssis par exemple, en remplaçant une 47 par une 42 ou une 2A5. Ces lampes ne consommant du courant qu'au bout de quelques secondes, la tension générale s'élève très considérablement dans le poste pendant cet intervalle, et, si certaines capacités ont été calculées avec une marge de sécurité trop faible, elles peuvent claquer.

Il faudrait toujours, lors d'un dépannage

pacité claquée par une autre, dont la tension d'essai est plus élevée.

Il ne faut pas oublier que, pour les condensateurs au papier, la **tension de service** est beaucoup plus basse que la tension d'essai : le tiers seulement en général.

Cette règle ne s'applique pas aux condensateurs électrolytiques. Il faut, toutefois pour ces derniers aussi, tenir compte des surtensions, surtout s'ils sont du type sec, car dans ce cas ils peuvent aussi claquer.

Lorsque les condensateurs au papier doivent être utilisés sur du courant **alternatif** (par exemple dans les filtres anti-parasites de secteur), il faut les choisir avec une tension d'essai encore plus élevée (10 fois la tension de secteur est une bonne marge).

Cette question prend une importance capitale pour des capacités destinées à shunter les plaques d'une redresseuse (voir plus haut) où le claquage entraîne toujours une véritable catastrophe.

Une autre question très importante lorsqu'il s'agit de remplacer une capacité claquée, est de savoir s'il faut qu'elle soit non inductive.

Cette dernière qualité est **essentielle** lorsqu'elle doit servir de découplage dans les circuits H.F. Dans les autres parties du poste, elle est d'importance minime.

On peut dire que les condensateurs au papier de forme tubulaire sont suffisamment non inductifs pour les usages courants. Les gros condensateurs au papier de 1 ou 2 μF le sont aussi suffisamment, mais de grands ennuis peuvent résulter dans un circuit de découplage H.F. (par exemple l'alimentation des grilles-écran) du remplacement d'un condensateur au papier par un condensateur **électrolytique** (il existe des condensateurs électrolytiques tubulaires de 2 μF).

Ces condensateurs ne sont pas à proprement parler inductifs, mais ils présentent une **résistance** interne élevée qui réduit considérablement leur capacité **effective** aux fréquences élevées.

Tout se passe comme si l'on intercalait une résistance de 200 ou 300 ohms **en série** avec la capacité de découplage. Le fonctionnement normal du poste peut être tout à fait compromis de ce fait.

10°) **Effet microphonique ou régénération mécanique:** C'est une maladie d'autant plus difficile à guérir que ses causes sont multiples. Elle était ignorée à l'époque bénie où le haut-parleur était à plusieurs mètres du poste.

a) **Effet microphonique des lampes** (effet Larsen) :

Ce phénomène est dû au déplacement des électrodes de la lampe les unes par rapport aux autres. Ce déplacement peut être microscopique, mais cependant suffisant pour modifier le débit électronique qui subit, de ce fait, une véritable modulation supplémentaire. Le son engendré de la sorte est reproduit par le haut-parleur, dont les ondes sonores viennent accentuer la vibration des éléments de la lampe. Il se crée ainsi un cycle dont les effets vont s'accentuer jusqu'à la production d'un hurlement continu.

La lampe détectrice ou la premieère B.F. sont d'ordinaire coupables. La « microphonie » est d'autant plus accentuée que l'amplification subséquente est plus forte. Un amplificateur B.F. à plusieurs étages y sera donc plus sujet que s'il n'y a qu'un étage avant la lampe de sortie.

Certains types de lampes y sont plus sujets que d'autres. En règle générale une lampe à forte pente a plus de chances d'être microphonique qu'une lampe peu poussée.

La sensibilité d'une lampe aux effets microphoniques dépend essentiellement de sa construction interne. Le défaut est d'autant moindre que les électrodes sont plus petites et rigides, il tend d'ailleurs à devenir plus rare depuis que l'on fabrique des lampes avec un étranglement dans le haut, dans lequel les électrodes sont maintenues par des entretoises en mica solidement appuyées contre la paroi.

Les lampes H.F. peuvent aussi causer des effets microphoniques qui se distinguent alors par le fait qu'une onde porteuse, même non modulée, suffit à le déclencher et qu'il est d'autant plus intense qu'il s'agit d'une station plus puissante.

La vibration peut être transmise par voie solide (ébénisterie et châssis) ou directement par l'air. Il est évident que, si la lampe se trouve dans le voisinage du haut-parleur, les ondes acoustiques engendrées par ce dernier peuvent la frapper avec assez de force pour amorcer le phénomène.

Quels remèdes pouvons-nous opposer à ce désagréable défaut?

Hormis le remplacement des lampes coupables par des types récents, il n'y a malheureusement pas grand'chose qui soit efficace.

Les supports anti-vibratoires sont d'un effet nul sur les vibrations transmises par voie aérienne.

Au contraire, le blindage de la lampe a parfois d'heureux effets.

Les capuchons de caoutchouc à mettre sur la lampe. qui ont connu une certaine vogue, il y a quelques années, sont d'un effet très minime.

Contre la transmission par voie solide, le mieux est de placer le châssis sur un morceau de tapis de caoutchouc mousse assez épais.

Effet microphonique par modulation H.F. : La cause la plus courante est la vibration des lames du condensateur d'accord. C'est un phénomène qui peut être extrêmement gênant. Il se traduit par un son plus sourd que la microphonie par les lampes, mais il peut être considérablement plus intense. Il ne se manifeste d'ordinaire qu'en dessous de 300 mètres et disparaît en G.O.

Dans certains postes modernes, on l'a évité en montant le condensateur d'accord sur blocs en caoutchouc. Il nous semble, toutefois, que c'est là un aveu que le condensateur n'a pas été bien étudié sous ce rapport et qu'il y a des lames trop minces et flexibles.

Disons en passant qu'il est regrettable que la tendance à vouloir faire toujours plus petit et plus compact ait amené les fabricants de condensateurs variables à rapprocher de plus en plus les lames. Il est certain que lorsque les lames sont relativement éloignées, leur vibration cause moins de variation de capacité.

Notons d'autre part que de nouveaux modèles de condensateurs récemment mis sur le marché, semblent avoir été étudiés sous ce rapport, un métal spécial, peu élastique ayant été utilisé pour les lames.

L'emploi d'un tapis de caoutchouc sous le châssis est encore indiqué ici.

11°) **Phénomènes dus à des oscillations H.F. parasites.**

Dans certaines conditions mal définies, les lampes peuvent

être le siège de courants H.F. très intenses, de longueur d'onde extrêmement courte et qui prennent naissance à l'intérieur même de la lampe, d'ordinaires dans l'espace entre électrodes.

En réalité, le circuit oscillant est composé des organes mêmes de la lampe et des capacités entre les connexions s'y rapportant.

La manière dont ces oscillations se manifestent est très diverse et des plus troublantes.

Nous avons vu que les tubes redresseurs n'en étaient pas exempts.

D'une façon générale, elles prennent naissance dans une lampe où le circuit grille et de cathode renferment des résistances élevées et, d'autant plus facilement aussi par une altération du vide de la lampe.

La figure 68 montre un exemple de montage donnant souvent lieu à cet inconvénient.

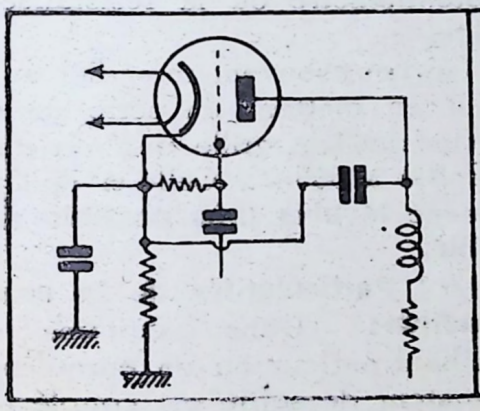


Figure 68

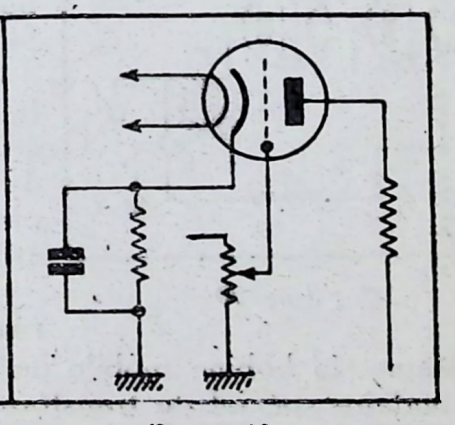


Figure 69

Il s'agit d'une détectrice par caractéristique de grille du type dit « de puissance ».

On entend un souffle violent qui peut même couvrir l'audition et déclencher une oscillation B.F. se traduisant par un hurlement dans le haut-parleur. Il semble parfois que l'on ait à faire à un effet microphonique, mais les remèdes usuels sont totalement sans effet dans ce cas.

Un autre montage, dans lequel on rencontre le phénomène, est donné par la figure 69.

Il s'agit du premier étage B.F. avec potentiomètre dans la grille, dispositif utilisé dans la presque totalité des postes à l'heure actuelle (la lampe renfermant en outre des diodes).

On remarque d'ordinaire de forts crachements lorsqu'on tourne le potentiomètre.

Ce dernier est alors accusé, à tort.

En touchant la grille du doigt, on provoque un intense bruit de friture au lieu du « toc » net que donne une lampe fonctionnant normalement.

La plupart du temps il n'y a rien d'autre à faire que de changer la lampe. Toutefois, il faut aussi vérifier si la tension de chauffage n'est pas exagérée et, d'autre part, ne pas perdre de vue que le phénomène est favorisé par des résistances de grille trop élevées. Il n'est jamais bon de dépasser 500.000 ohms pour le potentiomètre ou la résistance de fuite.

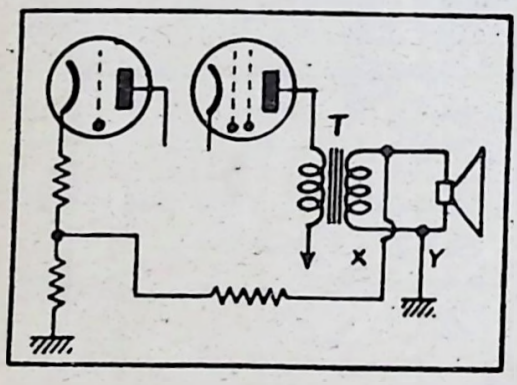


Figure 70

On peut souvent remédier au défaut en mettant en série dans la connexion de grille une résistance de 100 à 500 Ω. Celle-ci doit être placée **le plus près possible de la grille.**

12°) **Particularités de la contre réaction :** Dans certains récepteurs, la bobine mobile du haut-parleur ou un enroulement secondaire spécial du transformateur de sortie est couplé à un des éléments de la B.F. de manière à produire un effet « de contre réaction » qui corrige en grande partie les défauts de la lampe de sortie penthode (ou « Beam-Power »). La figure 70 donne le schéma simplifié d'un montage de ce genre.

Le transformateur de sortie T peut se trouver aussi bien sur le haut-parleur que sur le châssis même du poste (cette dernière solution est préférable).

Il peut arriver que, par suite d'un démontage, l'on ait accidentellement inversé les connexions X et Y. Dans ce cas, l'on

entend le plus souvent une violente oscillation B.F., mais il peut aussi n'y avoir qu'une distorsion dont la cause n'est pas immédiatement apparente. Le remède s'indique de lui-même. S'il y a doute au sujet du sens dans lequel il faut connecter les fils de contre-réaction, il suffit de faire un essai pendant que le poste fonctionne à une puissance moyenne. Le sens correct est celui correspondant à une sensible **diminution** de puissance.

LE DEPANNAGE SANS INSTRUMENTS

On peut se trouver un jour bien embarrassé pour faire un dépannage, faute d'avoir avec soi les instruments nécessaires.

Comment se tirer d'embarras, dans un pareil cas, en utilisant des objets courants pouvant se trouver dans tout ménage?

Pour remplacer le voltmètre absent, une lampe d'éclairage peut faire l'affaire. On en prendra une d'une puissance aussi faible que possible. Il serait préférable qu'elle soit pour 220 volts.

Une lampe de 25 watts 220 volts rougit dèjà visiblement sous un débit de 20 mA ; elle permet donc se rendre compte s'il y a de la tension en divers endroits du poste : à la sortie de l'excitation, à la plaque de la dernière lampe, etc...

D'autre part, en mettant la lampe en série avec le secteur, on peut détecter des court-circuits ou des coupures d'enroulements.

Pour cela, on réalisera un branchement suivant la figure 71.

Avant de faire ces essais, il est indispensable d'enlever la terre du poste ; faute de quoi on pourrait causer un court-circuit.

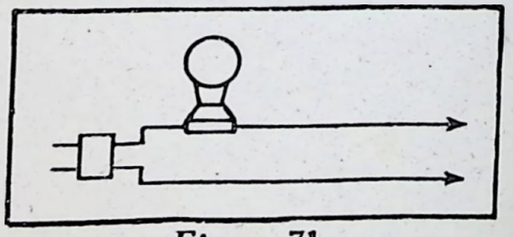


Figure 71

Sur un courant continu on pourra à l'aide de la lampe, vérifier l'isolement des condensateurs ; sur courant alternatif, toutefois, la lampe s'allumera lorsqu'elle est en série avec un condensateur de forte capacité (1 µF et plus), qu'il soit claqué ou non. Les indications seront donc moins certaines.

Par le même procédé, on pourra vérifier les lampes en ce qui

concerne l'intégrité du filament et les court-circuits éventuel entre électrodes.

On peut encore se servir de la lampe comme milliampèremètre en l'intercalant dans le circuit anodique de la lampe finale. Les lampes modernes ont un courant de plaque de l'ordre de 30 mA ce qui suffit à faire rougir le filament d'une lampe de 10 et même de 25 watts (220 volts).

Enfin, en l'intercalant dans le cordon d'alimentation du secteur, on pourra déceler une coupure dans le primaire du transformateur d'alimentation, un fusible brûlé, etc...

Si elle éclaire brillamment, on pourra conclure à un court-circuit dans le poste. (Dans ce cas, les fusibles de la prise de courant auront probablement sauté).

La table analytique, page 116, donne toute une série d'essais à faire sans instruments, dont on peut tirer des renseignements sur les causes de la panne.

Ayant déterminé ce qui empêchait le poste de fonctionner, voyons si, à l'aide de procédés à la Robinson Crusoé, nous pouvons le remettre en marche.

S'il s'agit d'une lampe, il n'y a logiquement rien d'autre à faire que de la remplacer par un type correspondant.

Mais, dans certains cas, il est possible, au moyen de connexions temporaires, de se passer d'une lampe et de permettre au poste de fonctionner, quand bien même la puissance serait fortement réduite.

Pour la bonne compréhension des exemples qui vont suivre, il faut se reporter au schéma du récepteur type de la figure) (dépliant).

Supposons qu'une lampe 6K7 soit défectueuse : On peut, à la ueur, fonctionner sans lampe H.F. On réservera donc la 6K7 est encore bonne pour la M.F. et on fera arriver l'antenne à la ille correspondant à la plaque de la lampe H.F.

sélectivité sera médiocre, mais suffisante encore pour re- les stations puissantes.

a, dans ce poste, une capacité et une résistance
enlever sans dommage autre qu'une
(tendance à être un peu tro

Ces pièces peuvent servir temporairement à remplacer une résistance ou un condensateur défectueux dans une autre partie du poste, même si les valeurs en sont tout à fait inexactes.

Exemples :

1°) La lampe finale devient très chaude, et la musique est tout à fait déformée. Cause probable : C_{28} claqué. On le remplace par C_{29} et tout redevient normal, à part une légère diminution des notes graves.

2°) Les tensions paraissent normales, pour autant que l'on puisse s'en rendre compte sans instruments. L'antenne placée sur la grille de la 6A8 donne des parasites et de la télégraphie (pas de musique). Si l'on met l'antenne à sa place normale, le poste est muet. On constate, en touchant la grille N° 1 de la lampe 6A8, qu'il n'y a pas d'oscillations.

Motif : R_1 est coupé. On la remplace par R_2 et le poste marche tout à fait normalement.

3°)Reprenons le premier cas envisagé : La lampe 6K7 H.F. peut être remplacée temporairement par un condensateur. On connecte C_{29} entre la grille et la douille correspondante à la plaque. Le poste marchera avec une puissance un peu réduite, mais la sélectivité restera acceptable.

PROCEDES ET TOURS DE MAIN POUR DEPANNEURS

Soudure.

Il y a une règle absolue en radio-électricité (et même dans la technique électrique en général), qui est de n'employer comme décapant, pour la soudure, que des produits à base de **résine.**

Tout autre produit, acide, pâte, etc., doit être **formellement proscrit de l'atelier.**

En effet, tandis que la résine constitue un excellent **isolant,** tous les autres produits sont plus ou moins **conducteurs.** Une simple trace peut constituer une fuite **importante,** voire presqu'un court-circuit. Bien des pannes graves n'ont eu d'autre origine. Nous ne saurions assez attirer l'attention sur ce fait.

Nous conseillons d'utiliser **exclusivement** de la soudure à haute teneur en étain vendue sous forme de fil creux contenant de la résine. Il en existe de plusieurs grosseurs. Pour les travaux courant de radio-électricité le diamètre de 2 mm est le plus commode.

Un avertissement est nécessaire ici. Nous avons eu en mains de la soudure tubulaire que rien ne distinguait de celle à la résine et qui contenait **un liquide acide** (probablement de l'acide chlorhydrique).

L'emploi de ce produit est de nature à causer un préjudice énorme au dépanneur qui aurait le malheur de l'utiliser.

Il est donc bon de faire un essai avant d'adopter une soudure. Si le produit **fume, grésille** et **projette des gouttelettes de** liquide, il faut le rejetter absolument. La soudure à la résine

fume peu, ne crépite pas et laisse autour de la soudure un enduit solide, brun et transparent.

La soudure à la résine a comme avantage supplémentaire qu'il ne faut que très rarement décaper le fer. Quand cela devient indispensable, il faut le faire uniquement à la lime et ne pas employer de sel ammoniaque.

Pour faire une soudure parfaite, il faut chauffer suffisamment la pièce en y appliquant le fer et, simultanément, le bâtonnet de soudure. Le fer doit être maintenu en place assez longtemps pour que la soudure soit entièrement liquide. On rate souvent des soudures parce qu'on ne les chauffe pas assez longtemps.

On a intérêt à étamer d'avance les pièces à réunir. Il suffira alors de les chauffer.

Cablage.

Il faut proscrire le fil carré, cassant et dur. Le meilleur travail est fait avec du fil rond étamé de 0,4 à 0,8 mm. Aux endroits où les connexions sont courtes et espacées, on peut le laisser tel quel. Là où il y a danger de contact, on enfile autour une gaine huilée de bonne qualité (soupliso).

On peut aussi utiliser le fil guipé au coton paraffiné dit « push-back » : Le résultat est moins plaisant à l'œil, mais le travail est très facile.

Le fil isolé au caoutchouc est à rejeter absolument. Ce produit est un mauvais isolant pour la H.F. et, de plus, comme il adhère fortement au fil, le décapage des extrémités est une opération pénible, enfin au bout d'un temps plus ou moins long, il durcit et tombe en morceaux d'où danger de court-circuit.

Le **blindage** des conducteurs est à employer avec la plus grande circonspection, à cause des capacités parasites qu'il crée.

Ici encore nous devons donner un avertissement très sérieux : Il existe dans le commerce du fil sous caoutchouc entouré d'un ruban d'aluminium en spirale ou d'une tresse métallique, qui est destiné aux canalisations électriques dans les autos et les motos. Ce fil a été introduit, par ignorance, dans le commerce de

la radio et vendu comme conducteur blindé, emploi pour lequel il ne convient absolument pas.

La seule façon convenable de faradiser une connexion est d'utiliser de la gaine huilée assez large (2 ou 3 mm intérieur), recouverte d'une tresse **étamée,** dans laquelle on enfile un fil **nu** mince (0,4 mm) de manière à laisser un large espace d'air tout autour.

La tresse extérieure sera réunie à la masse en y fixant, par deux ou trois **légers** points de soudure, un fil nu relié au châssis

Nous préconisons de prendre la masse **sous un écrou** par l'intermédiaire d'une **cosse à souder,** plutôt que de souder un fil directement au châssis (chose d'ailleurs impossible avec de l'aluminium). Sur l'acier les soudures tiennent rarement.

Quelques principes généraux de cablage.

Faire des connexions courtes et **directes.** Ne pas se préoccuper d'esthétique ni de symmétrie.

Les connexions de grille et de plaque sont **sacrées** et à traiter avec le plus grand respect. En H.F. et M.F. elles ne peuvent, sous aucun prétexte, voisiner entre elles.

En B.F. elles doivent être abritées de toute connexion véhiculant de l'alternatif.

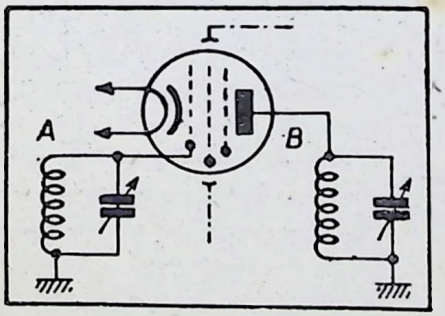


Figure 72

Le grand principe est de tenir écartés les fils appartenant à des étages différents.

La frontière d'un étage passe à **l'intérieur d'une lampe.** Elle est concrétisée par la grille-écran. Une lampe est donc toujours, en quelque sorte, à cheval sur deux étages et non comprise dans un étage, comme on le croit communément (fig. 72).

Les connexions grille et plaque **d'un même étage** peuvent, bien entendu, voisiner puisqu'elles sont couplées par une capacité ou un transformateur.

La disposition rationnelle des pièces simplifie le câblage et conduit au meilleur rendement.

Beaucoup de constructeurs perdent complètement de vue que leurs postes devront être un jour dépannés. De nombreuses pièces sont rendues complètement inaccessibles, de sorte qu'il faut démonter la moitié du poste pour y accéder et qu'il est presque impossible d'y faire une mesure.

Un bon serrage vaut mieux qu'une mauvaise soudure, mais une bonne soudure vaut mieux que n'importe quel autre mode de connexion.

Pour faire une bonne prise de masse, on fixe une cosse à souder sous un écrou et on soude à celle-ci la connexion.

Pour éviter le desserrage des écrous par vibration, on y met une goutte de vernis à la gomme-laque ou on utilise une rondelle de blocage.

Une capacité peut rarement être remplacée par une plus petite sans amener quelque trouble dans le fonctionnement de l'appareil. On peut, au contraire, en général, impunément la remplacer par une plus grande.

Une résistance peut souvent être remplacée par une plus forte ; une plus faible peut causer quelque part une surtension affectant la stabilité de la partie H.F. ou M.F. Tout cela pour le cas où l'on aurait pas sous la main la valeur exacte requise.

REPARATION DES LAMPES

Ce titre surprendra peut-être car on ne voit pas très bien comment une lampe pourrait être réparée.

En effet, en temps normal, une lampe ne fonctionnant plus est mise immédiatement au rebut ou renvoyée chez le fabricant pour remplacement éventuel.

Considérant la pénurie actuelle des lampes il y a lieu maintenant d'y regarder de plus près.

On ne saurait évidemment remédier à l'épuisement d'une lampe ou à un accident quelconque (gaz, électrode détachée, etc.) arrivé **à l'intérieur du globe,** mais il existe un certain nombre de défauts qu'on ne se donnait pas la peine de déterminer naguère, quand les lampes coûtaient quelques francs.

Un défaut plus fréquent qu'on ne le penserait, est un mauvais contact entre l'une des électrodes et la broche correspondante. Généralement ce mauvais contact est dû à la soudure mais il arrive de temps en temps que le fil est rompu, et ce généralement à ras du verre.

Un autre accident courant est l'arrachage du contact de grille au sommet de la lampe. Cela arrive en retirant le connecteur lorsque celui-ci pince trop fort (certains modèles, trop rigides, sont extrêmement dangereux sous ce rapport). Si l'on tire un peu violemment, le godet de métal se décolle du verre et souvent le fil se rompt.

Enfin il arrive très souvent que le culot de la lampe est décollé du verre, ce qui peut avoir pour conséquence l'arrachage une ou plusieurs connexions si l'on tente un jour d'enlever la lampe en la tenant par le ballon.

Toute lampe défectueuse mérite donc d'être soigneusement examinée avant d'être jetée. Même si elle ne vaut vraiment plus rien, il y a toujours intérêt à récupérer le culot qui peut servir à faire un intermédiaire ou adaptateur pour l'emploi d'un type de lampe autre que celui prévu sur un poste (autre conséquence de la guerre). Ce dernier point est traité dans un chapitre à part.

Voici maintenant les symptômes de certains défauts :

1) **Filament :** Celui-ci peut évidemment être rompu à l'intérieur du ballon, mais il se peut qu'il y ait un mauvais contact extérieur. On constate alors ou bien que la lampe ne s'allume pas du tout ou bien qu'elle s'allume par intermittances, soit quand on la tapotte, soit spontanément.

Quelquefois l'allumage et l'extinction sont tout à fait réguliers comme s'ils était provoqués par un relais automatique. Cela est dû à ce que le passage du courant échauffe le point de contact et provoque par un jeu de dilatation la rupture du contact. A l'ohmmètre on constate tantôt une résistance presque normale, c.-à-d. très faible ou bien plus forte que normale ou bien le contact est nul et on croit que la lampe est brûlée.

2) **Grille :** Généralement un mauvais contact n'empêche pas le fonctionnement de la lampe. Puisqu'il ne passe pas de courant par cette électrode, une résistance parasite de l'ordre de plusieurs mégohms n'empêche pas les signaux d'arriver à la grille. Mais, comme le contact est précaire, il se déchaine généralement un tonnerre de parasites quand on touche à la lampe.

3) **Grille-écran ou plaque :** Suivant que le contact est simplement insuffisant ou nul, on aura des parasites, des crachements ou bien l'impression que la lampe est tout à fait épuisée, le courant anodique étant nul.

4) **Cathode :** Les symptômes sont comme les précédents.

La première chose à faire est de limer la soudure qui se trouve au bout des broches. Celles-ci sont creuses (fig. 75a), le fil sortant de la lampe y pénètre et vient saillir à l'extrémité. En cours de fabrication on coupe le fil sortant à ras du bout de la broche et on enrobe celui-ci ainsi que le bout du fil dans une goutte de soudure.

Il en est de même pour les culots à contacts latéraux mais le tube est plus court.

Théoriquement le résultat devrait être que la soudure pénètre dans la broche sur une certaine longueur et enrobe convenablement le fil de connexion.

Nous avons toutefois maintes fois constaté que, l'intérieur du tube étant mal décapé, la soudure n'a pas pris et n'a pas coulé, de sorte que le bout de la connexion touche la soudure sans faire bon contact avec elle. Il peut aussi n'avoir que des contacts précaires avec la paroi du tube. Au début la lampe a pu bien fonctionner et passer toutes les épreuves requises mais à la longue l'oxydation a rendu les contacts de plus en plus mauvais, d'où la panne.

En limant la soudure, puis une certaine longueur du tube on mettra à nu le fil. On ressoudera alors au moyen d'une bonne soudure à la résine en chauffant suffisamment longtemps pour que celle-ci pénètre sur une certaine longueur dans le tube.

Quand la soudure est terminée on lime le surplus d'étain pour rendre à la broche son profil et on gratte celle-ci pour enlever la résine, qui empêcherait un bon contact avec le support.

Avant de refaire les soudures se rapportant au filament, il est bon de « sonner » les fils (en les touchant directement), au moyen de l'ohmmètre, pour voir si le filament n'est pas vraiment rompu.

S'il s'avère que la lampe est irréparable on tâchera de récupérer le culot. Il est plus élégant d'essayer de faire cette opération sans briser le globe ni démolir les fils, on peut toujours conserver jusqu'au bout un faible espoir de sauvetage.

Pour cela on détache tous les fils des broches, d'abord en limant, puis en chauffant au fer pour enlever le reste d'étain, éventuellement en forant à l'aide d'une mèche très fine (0,5 à 1 mm).

Il s'agit ensuite de décoller le culot.

Celui-ci est tenu en place au moyen d'un ciment qui n'est pas soluble dans l'eau. Chez certains fabricants il est soluble dans l'alcool à brûler ou du moins est ramolli par lui.

On laissera donc tremper la lampe pendant une nuit dans l'alcool.

Si le culot ne se détache pas de lui-même, on tâchera d'y arriver en exerçant une certaine force. Généralement on réussira.

Il est possible, comme nous l'avons dit plus haut, qu'un fil de connexion soit rompu.

Dans ce cas on peut encore récupérer la lampe : on soude une rallonge au fil cassé.

D'autre part on coupe un centimètre à tous les autres fils et on y soude également des rallonges.

On utilise pour cela du fil étamé de 0,5 ou 0,6 mm.

Il s'agit maintenant de recoller le culot au globe.

Le produit utilisé par le fabricant est généralement plus ou moins un secret d'usine et en tout cas n'est pas dans le commerce

On peut employer de la **glu marine** (à chaud) de la **seccotine** (colle de poisson) ou encore une colle appelée **cellon** (à l'acétate de cellulose) enfin nous donnons deux recettes pouvant également être utilisées pour des travaux de l'espèce.

Colle forte liquide :

colle de menuisier	500 gr.
acide nitrique (35°)	30 gr.
eau	500 gr.

On fait chauffer la colle au bain-marie avec l'eau et on ajoute l'acide nitrique avec précautions quand tout est fondu. On laisse bien refroidir. Cette colle se conserve assez longtemps.

Ciment pour verre :

résine	200 gr.
cire	50 gr.
coaltar	70 gr.

On fait fondre le tout en remuant bien.

Attention- Le liquide s'enflamme facilement.

Avant de recoller le culot au verre, on fait passer soigneusement le fil de chaque électrode dans la broche correspondante, on applique le ciment et on presse fortement ensemble culot et verre. On coupe alors à la longueur voulue les fils qui dépassent et on fait les soudures.

On laisse la lampe 24 heures dans une position verticale avant de s'en servir.

Une lampe ainsi réparée n'a généralement pas la même solidité qu'une lampe neuve. Il faut donc la manipuler avec précaution et ne pas l'enlever du support en la tenant par le verre

Voici maintenant comment on soigne l'autre bout de la lampe.

Considérons le cas le plus grave : arrachage complet de la cupule métallique et rupture du fil à ras du verre.

On meulera, à l'aide d'une meule à l'émeri douce, le verre tout autour du fil de connexion.

Généralement il y a à cet endroit une masse de verre assez épaisse qui est traversée par le fil et on peut enlever un ou deux millimètres. Sitôt le fil dégagé on gratte celui-ci très soigneusement avec la lame d'un canif.

Ensuite on l'étamera. C'est ici que cela devient délicat : il faut appuyer le fer sur le bout du fil et éviter absolument de toucher le verre qui pourrait éclater sous la chaleur. Quand le bout de fil qui dépasse est bien étamé, ce qui nécessite le gaspillage d'une certaine quantité de soudure avant que celle-ci ne « prenne » convenablement, il est facile d'y souder une petite rallonge destinée à faire contact avec la cupule. Ce fil doit être très fin et **flexible.** S'il est trop rigide, quand on voudra le plier, on cassera à nouveau la connexion au ras du verre et tout sera à recommencer.

On enfile sur ce fil la cupule dont on remplit le creux d'un des ciments dont nous avons donné la formule plus haut ou à la rigueur de seccotine, ou de colle cellulosique.

On soude alors le fil à la cupule et on coupe ce qui dépasse

On laissera sêcher 24 heures avant d'utiliser la lampe

Par la suite, on aura soin d'utiliser un connecteur qui s'enlève facilement.

Voici maintenant un cas presque désespéré ; l'arrachage de la cupule a fait casser le fil non plus au ras du verre mais à une certaine profondeur dans celui-ci.

L'auteur a réussi cependant à réparer un accident semblable de la manière suivante.

A l'aide d'une mèche dite « langue d'aspic » **lubrifiée à la**

glycérine, on creuse un trou plus large que le passage du fil jusqu'à la rencontre de celui-ci.

Il faut beaucoup de patience : l'opération est longue et il ne faut pas appuyer trop fort.

Quand le trou atteint le bout du fil on rince soigneusement l'intérieur, d'abord à l'eau, puis à l'alcool et on laisse bien sécher.

Dans le trou, on fait couler de la soudure à la résine jusqu'au moment où elle déborde sous forme d'une gouttelette bombée. On chauffe longuement celle-ci pour assurer la prise sur la faible surface de métal mis à nu. Puis, tout en continuant à chauffer, on plante un fil fin préalablement étamé. On laisse soigneusement refroidir le tout avant d'y toucher, puis on exerce une traction légère sur le fil. De deux choses l'une : ou la soudure a pris et alors la gouttelette tient ferme, ou bien la soudure ne s'est pas faite et toute la gouttelette vient sans effort.

Dans ce cas on est réduit à recommencer et peut-être à creuser d'avantage.

Pour le reste on procède comme ci-dessus.

Voici maintenant un petit tour de main pour consolider une lampe dont le culot est décollé : on la laisse baigner pendant quelques heures dans de l'alcool méthylique (alcool à brûler). Généralement cela suffit à ramolir le ciment et à le rendre à nouveau plastique. On presse ensuite fortement le globe sur le culot et on n'y maintient à l'aide d'une ficelle ou de tout autre moyen pendant 24 heures.

Voilà pour les avaries extérieures. Il arrive que certaines avaries intérieures puissent également être réparées. Des particules de la couche d'oxyde se détachent parfois de la cathode et viennent se placer entre l'une ou l'autre électrode et sa voisine occasionnant aussi un court-circuit qui met la lampe hors service.

S'il y a entre ces deux électrodes ainsi court-circuitées une tension suffisante (grille de commande et grille écran ou grille-écran et grille de suppression par exemple) il se produit, quand la lampe est sous tension, un petit arc aux points de contact qui peut amener une véritable soudure. Le débris reste ainsi en place et la lampe parait définitivement knock-out.

Cependant généralement on arrive à déloger le débris en cognant assez fortement la lampe sur une surface en bois et ce dans différentes positions.

Si celà ne suffit pas, voici un remède héroïque : on branche aux électrodes court-circuités un accumulateur (6 ou 12 volts) et on volatilise le débris et parfois en même temps une partie des électrodes. Cependant nous avons pu ainsi plusieurs fois « dépanner » des lampes qui paraissaient irréparables.

A défaut d'accumulateur, un transformateur pouvant débiter une dizaine d'ampères convient aussi.

REPARATION DES HAUT-PARLEURS

Les dynamiques ont leurs maladies propres et malheureusement assez fréquentes.

1° **Décentrage de la bobine mobile:** C'est la panne la plus courante. Dans la grande majorité des hauts-parleurs le centrage est fait par l'un des deux systèmes suivants :

a) Une étoile en carton fixée à une vis au centre du noyau (fig. 73).

b) Un dispositif extérieur situé derrière le cône, et comprenant d'ordinaire, des pattes en carton bakélisé fixées en deux points de part et d'autre du centre (fig. 74).

Le premier des deux systèmes est le plus pratique pour le recentrage. Il suffit de desserrer la vis et de déplacer la membrane jusqu'au moment où la bobine joue librement.

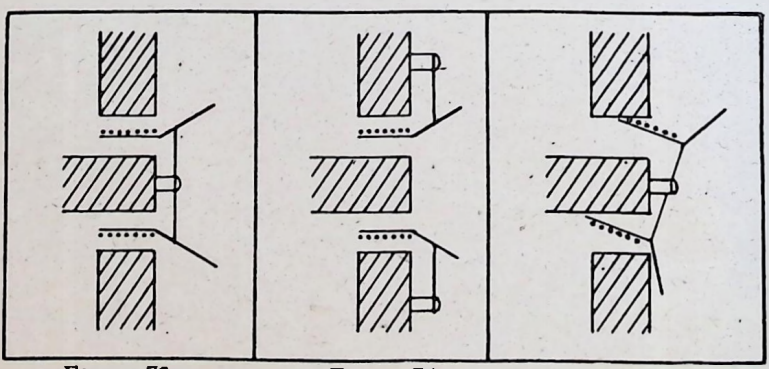


Figure 73 *Figure 74* *Figure 75*

Il y a ici, évidemment, une question de doigté. Certaines personnes réussissent difficilement à faire de bons centrages. Elles peuvent utiliser une méthode dont nous ne pouvons toutefois garantir les résultats. Cela consiste, après avoir desserer la vis de centrage, à faire fonctionner le poste, à pleine puissance. La bobine arrive ainsi, tant bien que mal, à se centrer d'elle-même et on ressere la vis pendant le fonctionnement. Ce procédé barbare réussit parfois très bien.

Il y aurait intérêt à pouvoir alimenter le haut-parleur, pour cette opération, par une note continue produite au moyen d'un oscillateur B.F. au lieu d'une musique quelconque. On choisira alors une note très grave.

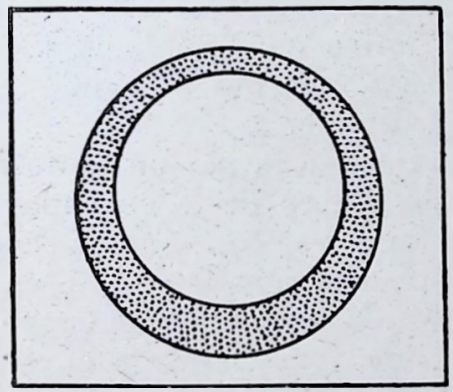


Figure 76

L'autre système de suspension du cône nécessite un traitement différent. Il faut, en général, desserrer les vis qui tiennent la culasse et déplacer légèrement celle-ci. On déplace ainsi le noyau central qui fait corps avec la culasse.

Quand aux vis qui fixent les languettes d'attache de la bobine mobile elles sont souvent très difficiles à atteindre sans une clef spéciale.

Le centrage peut être rendu difficile, parce que l'entrefer n'est pas régulier (fig. 76), ce qui arrive lorsque la culasse n'est pas bien montée et que, par conséquent, le noyau n'est pas bien au centre de la pièce polaire.

Comme, lorsque le cône est monté, on ne peut voir simultanément les deux lèvres de l'entrefer, le réglage ne peut être fait que par tâtonnements. Dans les usines, on utilise pour ce type de haut-parleur, un calibre de centrage spécial.

Le centrage peut encore être rendu très difficile, sinon impossible, si le châssis du dynamique (saladier) a été faussé à la suite d'une chute ou d'un choc. La bobine prend alors la position indiquée par la figure 75. Dans ce cas, il est nécessaire de démonter le chassis et de le redresser soigneusement.

Lorsqu'une bobine mobile a frotté pendant longtemps contre la paroi de l'entrefer, le fil de l'enroulement est souvent dénudé, et il peut y avoir des spires décollées.

On doit promptement remédier à cette situation, car un court-circuit entre spires occasionnerait une énorme perte de rendement, tandis qu'une spire devenue mobile cause d'insupportables bruits de mirliton.

Il faudra donc démonter le cône et donner à la bobine mobile une ou deux couches de gomme-laque à l'alcool, ou de vernis à la bakélite.

Bien laisser sécher avant de remonter.

2° **Pièces de centrage cassées :** Il arrive que, par suite des vibrations auxquelles elles sont soumises, une des branches du dispositif de centrage se casse ou se déchire.

En principe cette pièce devra être remplacée par un autre à fournir par le fabricant. On la recollera avec de la seccotine.

Il se peut, toutefois, que l'on ne puisse en obtenir une du modèle voulu. Dans ce cas, on peut tenter une réparation. On enduit les deux côtés de la branche cassée de dissolution de caoutchouc. On laisse sécher. On prépare une bandelette de papier fort de même forme que la partie cassée. On l'enduit également de dissolution et, après séchage, on l'applique sur la cassure en appuyant bien. Il faut attendre quelques heures pour faire fonctionner le dynamique.

La dissolution de caoutchouc est utilisée ici de préférence à une colle comme la seccotine, parce que les flexions répétées de la pièce nécessitent un produit restant souple et ne cassant pas. Nous devons dire, toutefois, que sur certains papier la dissolution adhère difficilement et tend à se décoller une fois sèche. On essayera alors la seccotine comme dernière ressource.

3° **Pièces décollées :** Les pièces de centrage se décollent parfois du pourtour du cône. Ici on se servira exclusivement de seccotine pour la réparation. On est averti de ce qu'une pièce est décollée, par des vibrations très désagréables sur certaines notes.

4° **Coupure du circuit d'excitation :** C'est une panne très fréquente et dont la cause est souvent une oxydation du fil. La sec-

tion diminue de plus en plus à l'endroit oxydé, et il se crée de la sorte une résistance élevée qui s'échauffe sous le passage du courant. Il finit par se former un point incandescent qui peut brûler l'enroulement sur une certaine épaisseur.

Lorsque la coupure est au début de l'enroulement, on peut encore sauver celui-ci en sacrifiant un certain nombre de tours. Comme il y en a plusieurs milliers, l'enlèvement de cent tours et même plus ne diminue pas le rendement de manière appréciable. Après réparation, il est bon d'imprégner tout le bobinage de gomme-laque.

Si la coupure est dans la profondeur du bobinage, il n'y a d'autre ressource que de le remplacer.

5° **Les transformateurs de sortie** étant habituellement montés sur le dynamique, nous les mentionnerons dans ce chapitre. En règle générale, les deux pannes à envisager sont la coupure du primaire ou sa destruction par échauffement (consécutivement à un court-circuit entre la plaque de la lampe finale et la masse par exemple). Dans les deux cas le remplacement paraît inévitable. L'auteur est, toutefois, parvenu à remettre en fonctionnement un transformateur qui paraissait presque carbonisé en le laissant tremper 24 heures dans une solution de gomme-laque, puis en le faisant sécher pendant 48 heures sur un radiateur.

REPARATION DES PICK-UP

Les pick-up les plus utilisés en combinaison avec des appareils récepteurs, sont soit du type magnétique, soit du type à cristal.

La figure 77 donne schématiquement la construction de la majorité des pick-up du type magnétique.

Une palette B est maintenue en équilibre entre les deux pièces polaires P_1, P_2 de l'aimant A, au moyen de deux blocs en caoutchouc C_1, C_2. Cette palette comporte un pivot D et est prolongée par une pièce E, dans laquelle est fixée l'aiguille. Encastré dans les pièces polaires, se trouve un enroulement F, dans lequel prennent naissance les courants B.F. Les déplacements de la palette modifient, en effet, la répartition des lignes de force magnétiques passant à travers l'enroulement. L'équilibre de la palette dépend exclusivement de l'élasticité des blocs de caoutchouc. Aussi, la panne la plus courante est-elle due à leur détérioration.

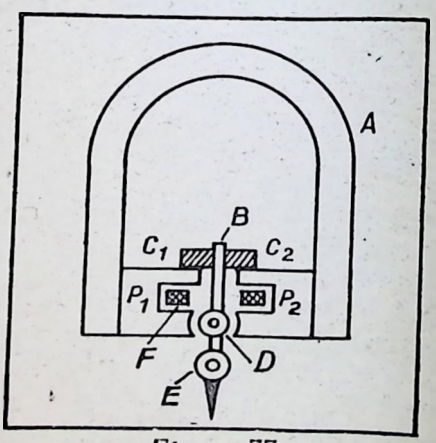


Figure 77

Dans certains cas, le caoutchouc est durci, et les mouvements de la palette se trouvent de ce fait limités. Comme la reproduction des notes graves exige une plus grande amplitude de mouvement que celle des fréquences élevées, la musique reproduite devient aigre et la puissance diminue.

En outre, la détérioration des disques devient rapide par suite du manque de souplesse de l'équipage mobile.

Le cas le plus fréquent est l'aplatissement d'un des deux coussins de caoutchouc, de sorte que la palette vient se coller à l'un des pôles. Il y a alors une absence presque totale de son, ou en tout cas une grande distorsion.

Certains pick-up possèdent un dispositif de réglage permettant de recentrer la palette.

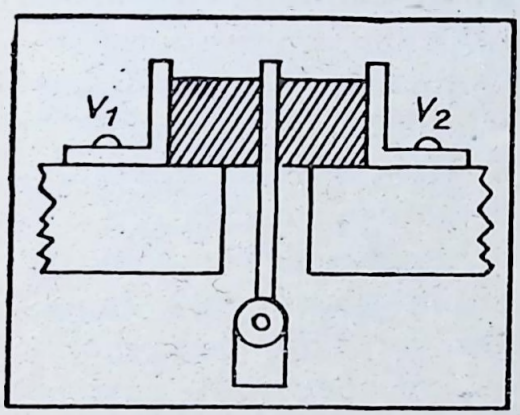


Figure 78

Dans l'exemple de la figure 78, il suffit de desserrer les deux vis V_1, V_2 et de déplacer les équerres qui maintiennent les blocs de caoutchouc.

Malheureusement, il existe beaucoup de modèles où il n'y a d'autre moyen de réglage que le remplacement de la garniture de caoutchouc. Cela nécessite un démontage complet.

Le degré d'élasticité de cette garniture joue un très grand rôle dans la fidélité de reproduction ; il faut donc utiliser un produit approprié. Dans les cas où le centrage est obtenu à l'aide de blocs assez gros, on utilisera avec avantage du caoutchouc mousse à très petites alvéoles. On en trouve dans les magasins spécialisés dans les articles en caoutchouc.

Dans la plupart des modèles de pick-up, l'axe de rotation de la palette est enveloppé de caoutchouc. On pourra d'ordinaire utiliser ici un morceau de pipette en caoutchouc pour valve de chambres à air de bicyclette.

Pour vérifier le centrage de la palette, on place le pick-up sur un disque et, pendant qu'il fonctionne, on appuie légèrement d'un côté, puis de l'autre, faisant attention toutefois à ne pas faire dérailler l'aiguille. Si l'intensité sonore reste sensiblement constante, quel que soit le côté sur lequel on appuie, on peut considérer que le centrage est correct.

Une autre panne courante est l'avarie de l'enroulement. Celui-

ci peut être coupé, ce qui peut facilement être décelé à l'aide d'un ohmmètre. Il n'y a dans ce cas rien d'autre à faire que de le remplacer. Il arrive parfois que quelques spires de l'enroulement sont court-circuitées entre elles : cela diminue naturellement considérablement la self-induction, et il en résulte de la distorsion, l'absence presque totale des notes graves et une très grande perte de puissance. On peut parfois obtenir une réparation en trempant la bobine dans de la paraffine fondue ou encore en l'imprégnant de gomme-laque. Enfin, nous avons rencontré des cas de court-circuit entre l'enroulement et la masse. Il s'agit d'ordinaire d'un contact entre le flanc de la bobine et une pièce polaire à un endroit où le fil a été accidentellement dénudé. Une couche de vernis remettra le tout en ordre.

Finalement, il peut arriver, quoique le cas soit rare, que le pick-up soit désaimanté. La réaimantation pourra être facilement faite si on confie l'aimant à un réparateur d'appareils d'allumage pour autos qui dispose de l'installation nécessaire pour réaimanter des éléments de magnéto.

Les **pick-up à cristal** n'ont guère qu'une seule maladie qui est la détérioration du cristal, soit à la suite d'une manipulation brutale, soit à la longue par le clivage. On se rend immédiatement compte de la chose, par le fait que la musique est ornementée de vibrations parasites ou de crissements bien caractéristiques. Pour replacer un nouveau cristal, il faudra la plupart du temps confier le pick-up au fabricant.

UTILISATION DES LAMPES DE REMPLACEMENT

Le radio-électricien doit pouvoir utiliser des moyens de fortune pour faire un dépannage et il lui faut souvent faire appel à toutes les ressouces de son imagination. La question des lampes est particulièrement délicate, car le dépanneur n'a pas toujours à sa disposition la lampe de remplacement indispensable ; et, de plus, il n'est pas rare que le fabricant de lampes, lui-même, soit démuni du modèle de lampe désiré.

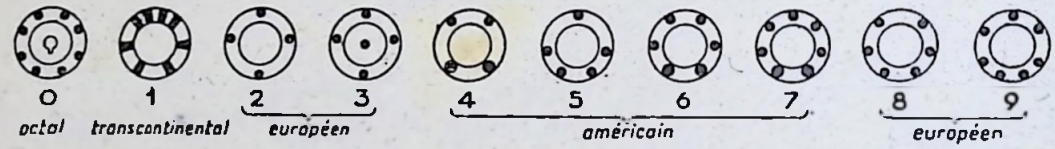
Or, il se trouve que de nombreuses lampes ont des caractéristiques voisines et qu'elles pourraient être interchangées si elles possédaient le même culottage. Le remède à cet inconvénient consiste à utiliser des supports de lampes intermédiaires munis des connexions internes convenables. Pratiquement, il suffira d'enfoncer le bloc intermédiaire dans le support de lampe du châssis et de placer la lampe de remplacement sur ce bloc.

On trouvera ci-dessous, sous forme de tableaux, tous les renseignements concernant les connexions des différents intermédiaires. A la suite de ces tableaux, le dépanneur aura tous les renseignements nécessaires concernant l'utilisation pratique des intermédiaires.

La réalisation matérielle de ces derniers ne présentera pas de grandes difficultés, et le dépanneur digne de ce nom saura très bien imaginer toutes les petites astuces nécesaires pour utiliser au mieux les supports en sa possession. Les connexions seront, de préférence, établies en fil étamé 9/10e, passé, pour celles qui

se croisent, dans un morceau de gaîne isolante. On peut récupérer et utiliser, pour la fabrication des intermédiaires, les culots des lampes usagées. Dans ce cas, il est bon de déboucher les broches par un fil d'acier, dit « corde à piano », en faisant chauffer ces dernières sur une flamme. Une association d'un vieux culot et d'un support de lampe constitue donc l'intermédiaire idéal.

Afin de faciliter les recherches, les lampes ont été groupées de façon méthodique. Le croquis ci-desous assigne à chaque sorte de brochage courant, un numéro d'ordre rappelant, autant que possible le modèle ou le nombre de broches.



Cette indication a permis de classer les lampes d'après le culot de celles dont on dispose. En effet, chaque intermédiaire est désigné par un numéro de deux chiffres, le premier correspondant au brochage de la **lampe remplaçante,** donc de la partie supérieure du bouchon, côté des douilles, et le second au brochage mâle de la **lampe à remplacer.**

Ainsi, pour utiliser une 6A8 pour une 6A7, il sera nécessaire d'employer un bouchon N° 07, puisque la lampe 6A8 possède le culot Octal et la 6A7 un culot américain 7 broches. Inversement, pour utiliser une 6A7 pour une 6A8, il faudrait employer un bouchon N° 70.

Schémas des intermédiaires.

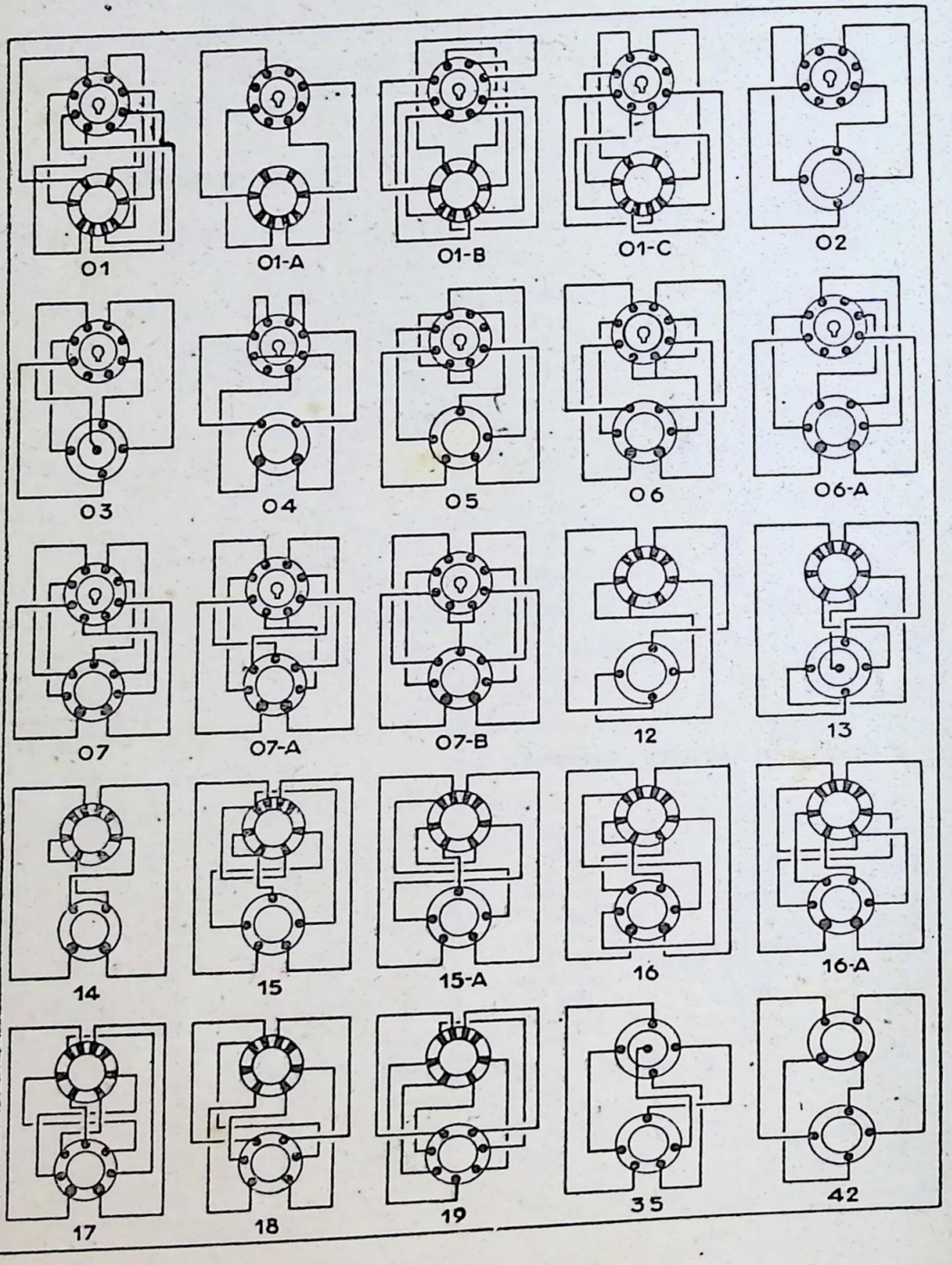
Cependant, certaines lampes, susceptibles d'être remplacées l'une par l'autre, peuvent demander des brochages de bouchons intermédiaires semblables, mais de connexions intérieures différentes. Ainsi, l'intermédiaire servant à passer de la 6B7 à la 6B8 c'est-à-dire qu'il porte également le N°07, mais les mêmes broches ne correspondant pas aux mêmes douilles ; les connexions

Lampes à caractéristiques voisines

INTER N°	Lampe remplaçante	Lampe remplacée
CULOT OCTAL		
01	1F8	KL4
—	1H4	KC3
—	1C7, 1D7	KK2
—	6L6	EL6
—	6F6, 6V6	EL8
01-A	6W4	1883
—	5V4, 6Y3, 5Y4, 6Z4	1882
01-B	6B6, 6Q7, 6R7, 6V7	EBC3
—	6B8	EBF1, EBF2
01-C	6K7, 6U7	EF1, EF2
02	6J7, 6S7	EF6, EF8
03	1H4	B217
04	1F9	C243N
05	5V4, 5Y3 5Y4, 6Z4 6U4, 6X4, 6Z3, 83	80, 83V
—	1F8	1F4
—	6X5	84, 6Z4
06	6C6, 6J5, 6L6	78
—	1J6	18
—	6K6	41
—	6F6, 6V6	42
—	25A6, 25B6	43
—	6B6, 6Q7, 6R7, 6V7	78-85
—	6K7, 6U7, 6J7, 6S7	77, 78, 6C6, 6D6, 6C7, 6D7
—	1H6	1B5
06-A	1F7	1F6
—	1C7, 1D7	1A6, 1C6
07	6A8, 6D8, 6J8	6A7
07-A	6B8	6B7
07-B	6N7	6A6
CULOT TRANSCONTINENTAL		
10	EL6	6L6
—	KK2	1C7, 1D7
—	KL4	1F5
—	KC3	1H6
10-A	1882	5U4, 5V4, 5Y3, 5Z4
—	1883	5U4, 5V4, 5Y3, 5W4, 5Z4
10-B	EBC3	6B6, 6Q7, 6R7, 6V7
—	EBF1, EBF2	6B8
10-C	EF1, EF2, EF5, EF6	6J7, 6S7
12	AD1	D404, E406N
—	AZ1	1561, 506
—	KC3	B217
13	AL1	B543, E443H
—	KL4	C243N
14	KC3	30
—	1882	80, 83, 83V, 6Z3
—	1883	80S
15	KL4	1F4
—	KZ3	84, 6Z4
16	EF1, EF2	77, 78, 6C6
17	EF5, EF8	6D6, 6C7, 6D7
18	EBF1, EBF2	6D7
19	AL3, AL4	E463
20	AK2	AK1

INTER N°	Lampe remplaçante	Lampe remplacée
CULOT EUROPÉEN		
4 broches		
20	B217	1H4
21	B217	KC3
—	D104, E405N	AD1
—	1561, 506	AZ1
5 broches:		
30	C243N	1T8
31	B543, E443H	AL1
—	C243N	EL3
35	C243N	1F4
6 broches:		
81	E463	AL3, AL4
7 broches:		
01	AK1	AK2
CULOT AMÉRICAIN		
4 broches:		
40	80, 83V	5Z4 5V4, 5Y3, 5Y4
—	5Z3, 83	6U4, 6X4
41	30	2C3
—	80	AZ1
—	80S	1883
—	80, 83V	1882
42	80	1561, 506
5 broches:		
50	1F4	1F5
—	84, 6Z4	6X8
—	78	6C5, 6J5, 6L5
51	1F4	KL4
—	84, 6Z4	EZ3
51-A	38	EL2
—	84, 6Z4	EZ3
53	1F4	C243N
6 broches:		
00	1B5	1H6
—	78, 85	6B6, 6Q7, 6R7, 6V7
—	42	6F6
—	43	25A6, 25B6
—	77, 78, 6C6	6K7, 6U7
—	6C7, 6D6, 6D7	6J7, 6S7
01	43	EL5
—	77, 78	EF1, EF2
—	6C6, 6D6	EF5, EF6
—	6C7, 6D7	
61-A	1A6, 1C6	KK2
—	78, 85	EC53
7 broches.		
70	6A7	6A8, 6D8, 6J8
70-A	6B7	6D8
71	6D7	EBF1, EBF2

Schémas des intermédiaires



sont différentes, et le N° 7 est suivi d'une lettre : 07A, pour éviter toute confusion.

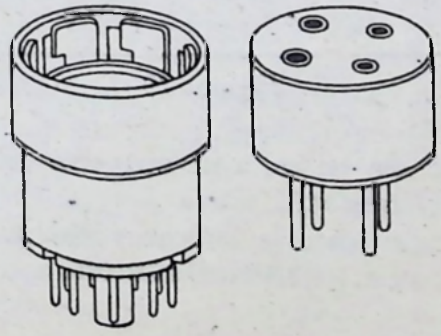
Il est facile de constater cette différence sur la planche de schémas jointe à la nomenclature des lampes de remplacement. Ces schémas donnent les connexions intérieures des différents types de bouchons indiqués, et représentent les brochages vus du dessus, c'est-à-dire en regardant les broches des lampes renversées.

Les numéros correspondent à la disposition de la figure, le brochage supérieur étant celui de la partie femelle destinée à recevoir la nouvelle lampe, et le brochage inférieur celui de la partie mâle de la lampe à remplacer. Il suffit de renverser le schéma, tête en bas, pour obtenir le bouchon inverse.

Il est toutefois à remarquer que le N° 42 ne comporte pas d'inverse et que certaines lampes peuvent être utilisées dans un sens et non dans l'autre ; ainsi, l'on peut employer une lampe 5 volts sur 4 volts, mais difficilement une 4 volts sur 5.

D'ailleurs, en règle générale, les résultats obtenus sont très satisfaisants et même souvent fort supérieurs, notamment lorsqu'on remplace une lampe ancienne par une autre plus moderne et de meilleur rendement, tout en ayant des caractéristiques équivalentes ou très voisines.

Toutefois, il peut arriver, par contre, mais très exceptionnellement, que ce résultat soit inférieur, en particulier dans le cas où le constructeur du récepteur avait prévu le fonctionnement de la lampe primitive dans les conditions trop critiques ou trop spéciales ou mêmes anormales.



L'OSCILLOGRAPHE CATHODIQUE

Le tube à rayon cathodique est introduit de plus en plus dans les ateliers de dépannage et il devient l'outil de travail normal et indispensable du radio-technicien.

C'est pourquoi nous donnons ici un aperçu sommaire de son principe et de ses utilisations dans ce domaine.

Dans un tube à vide (fig. 79) une cathode K (filament ou cathode à chauffage indirect) émet un faisceau d'électrons sous l'effet de l'anode A qui est portée à un potentiel de plusieurs centaines de volts. Ce faisceau est appelé **rayon cathodique.**

Il est concentré par l'influence d'une électrode T (cylindre de

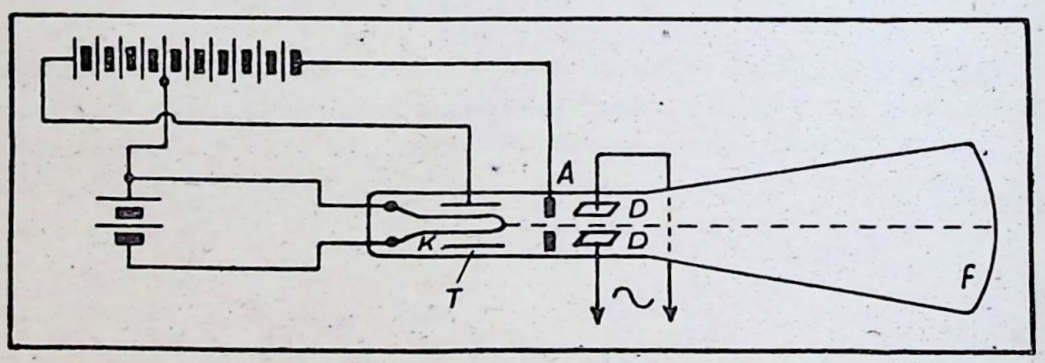


Figure 79

Wehnelt), en forme de tube, qui entoure la cathode et qui est portée à un potentiel négatif.

Accessoirement, elle joue le même rôle qu'une grille dans une lampe de T.S.F. et agit **quantitativement** sur la densité du faisceau électronique.

Le faisceau d'électrons passe, par suite de la vitesse acquise, à travers un trou dans l'anode et continue en ligne droite jusqu'à la paroi du tube.

Cette paroi F est enduite d'un matière fluorescente (silicate de zinc) qui devient lumineuse au point d'impact des électrons. On voit donc un point brillant à cet endroit.

Si on applique aux électrodes D une certaine tension de même valeur, mais de signe contraire, le rayon cathodique sera dévié vers l'électrode positive. Cette déviation sera proportionnelle à la différence de tension entre les deux électrodes D.

Nous voyons donc que le faisceau cathodique se comporte comme l'aiguille d'un voltmètre et pourrait servir à mesurer la tension appliquée aux électrodes D. Il suffirait pour cela de munir l'écran d'une graduation.

Si l'on applique à ces électrodes une tension **alternative,** le rayon sera animé d'un mouvement de va et vient, et le point lumineux se promènera d'un côté à l'autre de l'écran. Sauf pour des fréquences extrêmement faibles, l'œil verra un **trait lumineux continu** au lieu d'un point

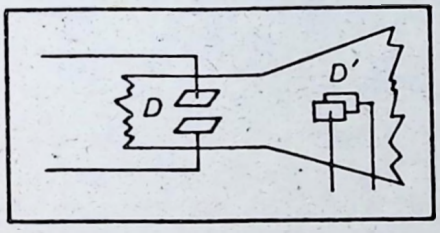


Figure 80

En disposant une deuxième paire d'électrodes D' perpendiculairement aux deux premières (fig. 80), on peut obtenir une déviation du rayon cathodique dans un autre sens, c'est-à-dire non seulement de long en large, mais aussi de haut en bas. de sorte que toute la surface de l'écran peut être balayée par le point lumineux. C'est cette propriété qui est utilisée en télévision.

En combinant les tensions appliquées aux quatre électrodes, on peut faire parcourir au point lumineux n'importe quel chemin à n'importe quelle vitesse.

Les applications du tube à rayons cathodiques sont innombrables et s'étendent dans tous les domaines. Chaque jour on en imagine de nouvelles. Nous nous bornerons ici strictement à celles pouvant intéresser le radiotechnicien.

La figure 81 montre l'aspect d'un tube à rayons cathodiques utilisé pour les mesures en radio-électricité.

1° **Etude d'un courant alternatif :** On applique aux électrodes D un potentiel alternatif d'une amplitude constante déterminée ce qui provoque l'apparition sur l'écran d'une ligne droite lumineuse. Si maintenant, nous couplons les électrodes D, par l'intermédiaire d'un dispositif approprié, à une source de courant alternatif, le point lumineux ne suivra plus une ligne droite mais subira une déviation vers le haut ou vers le bas.

Nous verrons se dessiner une courbe qui sera la représentation des variations, dans le temps, du courant étudié.

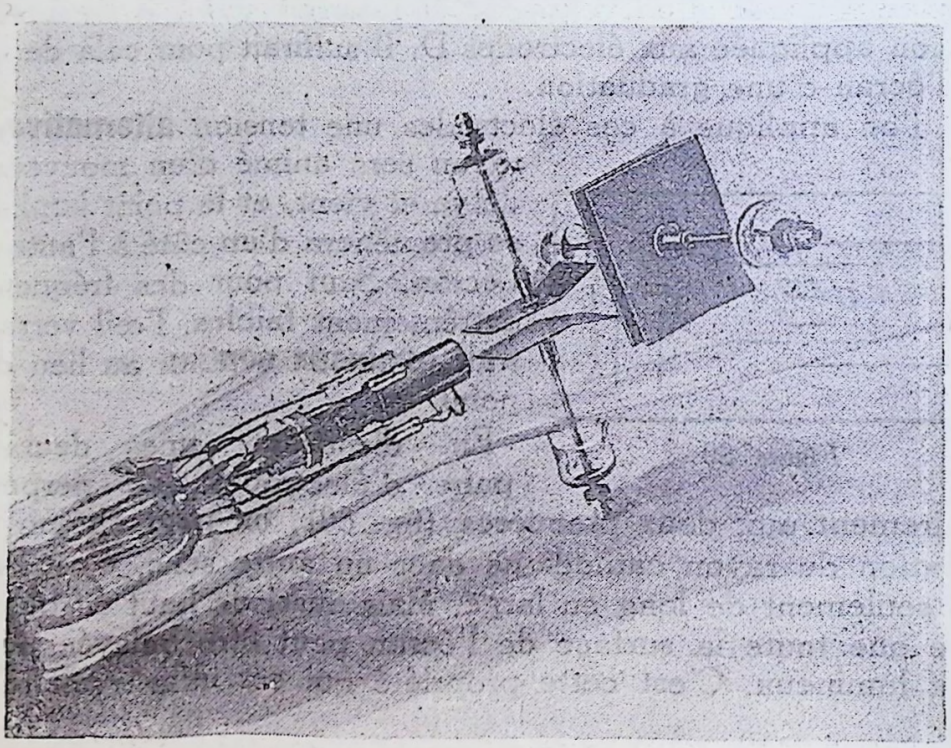


Figure 81

S'il s'agit d'un courant alternatif simple tel que celui fourni par le secteur, la courbe sera régulière (fig. 82 a), sinusoïdale : si, par contre, le courant présente des irrégularités, si sa variation ne suit pas la règle normale, la courbe sera déformée (fig. 82 b).

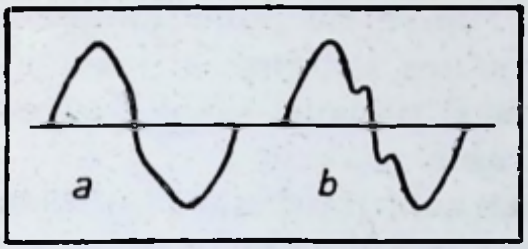


Figure 82

On remarquera que, pour obtenir des courbes nettes, il faut que les deux fréquences appliquées soient de même ordre de grandeur et sinon de même ordre de grandeur et, si non égales, du moins multiples l'une de l'autre.

Si l'on applique aux électrodes de déviation horizontale une fréquence de 50 p/s empruntée au secteur, cela permettra d'étudier des fréquences accoustiques de quelques centaines de périodes. Au-delà il faudra accélérer la déviation, sans quoi l'on aura sur l'écran un grand nombre de courbes très rapprochées et difficilement lisibles. A plus forte raison, si l'on veut étudier des courants H.F., le balayage devra être également fait à haute fréquence.

Nous avons supposé jusqu'ici que le balayage horizontal était simplement fait à l'aide d'un courant alternatif, ce qui a pour effet d'animer le point lumineux d'un mouvement de va et vient. Le trajet aller se superpose donc un trajet de retour. Dans chaque sens, il se dessinera une courbe. Si les courbes sont régulières et symétriques, on peut les amener à se superposer, mais dans le cas contraire l'image s'embrouille.

Un premier perfectionnement consiste donc à ne garder que le trajet aller et à supprimer l'autre. Cela peut se faire très simplement en superposant au potentiel appliqué au cylindre de Wehnelt, une tension fortement négative durant le trajet de retour, ce qui a pour effet d'éteindre le point lumineux durant ce laps de temps.

La seconde image est donc supprimée.

Le déplacement vertical du rayon montre comment se comporte le courant que l'on étudie pendant un temps déterminé qui est représenté par la ligne horizontale. C'est pourquoi l'on appelle souvent celle-ci la **base de temps.** Comme le temps s'écoule d'une manière uniforme, il est évident que, si nous voulons avoir une image tout à fait exacte de ce courant, le balayage devra se faire à une vitesse tout à fait constante.

Cela n'est pas le cas quand il est produit à l'aide d'un cou-

rant alternatif ordinaire, car alors la vitesse du point lumineux est plus grande au milieu de l'écran qu'aux extrémités. L'inconvénient est sans importance pour certains travaux, mais il en est d'autres où plus de précision est désirable.

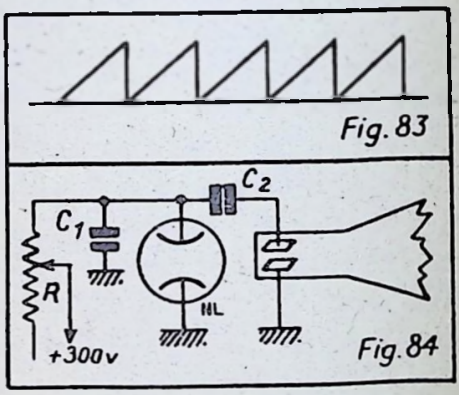
On fait usage alors d'un courant alternatif particulier **en dents de scie,** dont l'allure est représentée par la figure 83.

On produit ce courant au moyen d'un appareil spécial, appelé oscillateur à relaxation, dont le fonctionnement repose sur la charge lente à travers une résistance, d'un condensateur que l'on décharge ensuite brusquement au moyen d'une lampe à atmosphère gazeuse (lampe au néon ou thyratron).

Sous l'effet de ces oscillations, le point lumineux parcourt l'écran dans un sens à une vitesse constante, puis arrivé à bout de course, revient presqu'instantanément à son point de départ.

La figure 84 donne le schéma de principe d'un dispositif de « base de temps ».

Le condensateur C_1 est chargé lentement à travers la résistance R (plusieurs mégohms). Lorsque la tension aux bornes de cette capacité atteint le niveau nécessaire à l'allumage de la lampe au néon NL, l'ionisation interne de celle-ci offre un chemin de passage qui permet au condensateur de se décharger beaucoup plus rapidement qu'il n'a été chargé. Par rapport à la résistance R, la lampe au néon constitue presque un court-circuit.



Quand la tension a suffisamment baissé, la lampe au néon s'éteint, la charge recommence, et ainsi de suite.

La fréquence du phénomène dépend de la capacité de C_1 et de la valeur de R. L'un ou l'autre de ces éléments (ou les deux) peut-être rendu réglable et l'on obtient ainsi la fréquence que l'on désire. Les variations de potentiel sont transmises par la capacité C_2 à l'une des électrodes de balayage du tube, l'autre étant reliée à la masse. Toutefois, il est nécessaire, dans la plupart des cas, que la fréquence du balayage horizontal soit ri-

goureusement synchronisée avec celle du phénomène à étudier.

Pour y arriver, on utilise, au lieu d'un tube au néon simple, une lampe à atmosphère gazeuse comportant une grille de commande et que l'on appelle **thyratron.**

Une telle lampe a l'aspect d'une triode de radio ordinaire, mais au lieu qu'un vide aussi parfait que possible règne dans

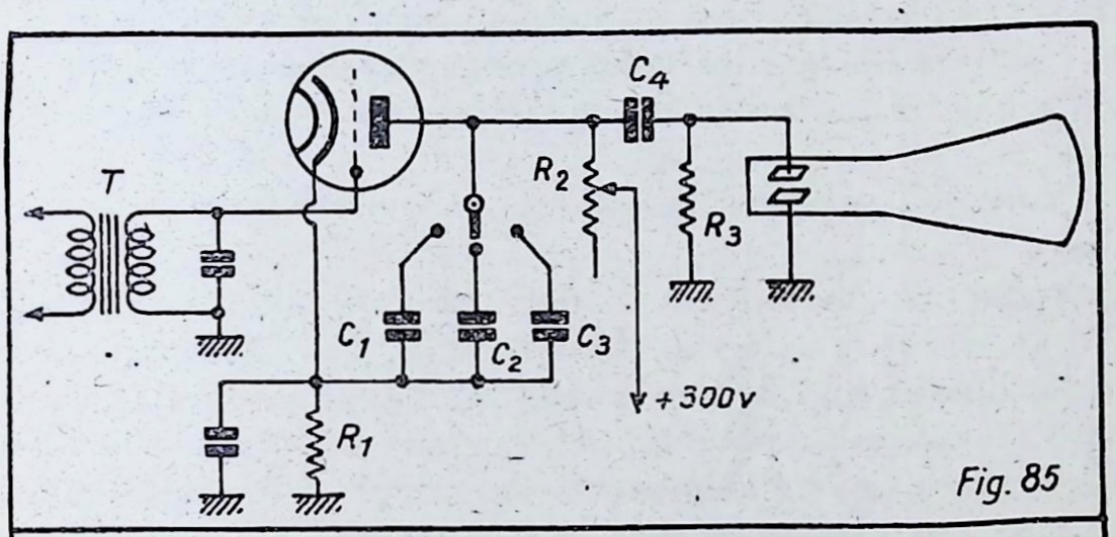


Fig. 85

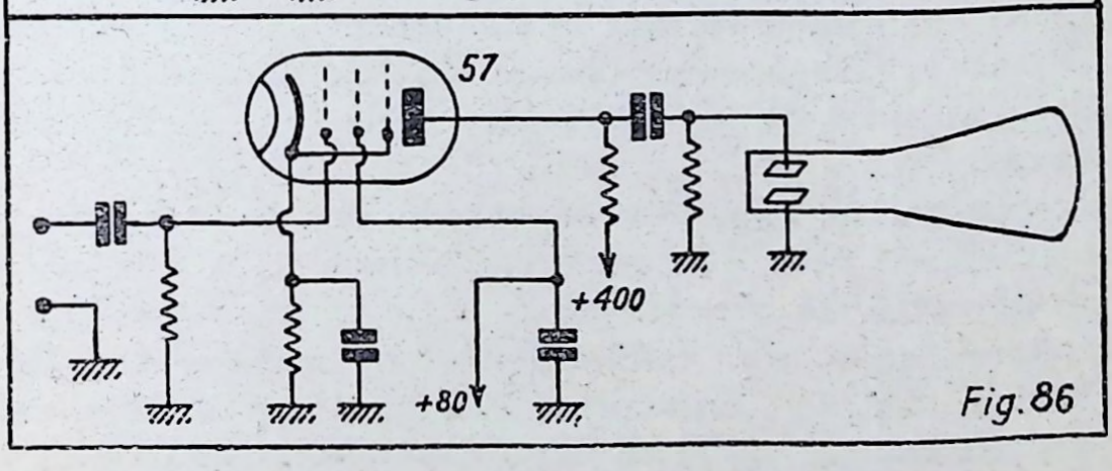


Fig. 86

l'ampoule, celle-ci renferme une trace de gaz. Une pareille lampe ne se comporte pas comme une triode ordinaire. Si l'on diminue progressivement la polarisation négative de la grille, il vient un moment où, brusquement, une ionisation se produit dans la lampe, et la résistance interne tombe à une valeur très faible. Or, une fois le phénomène déclenché, l'application d'une tension négative plus forte sur la grille ne peut plus l'arrêter, celle-ci a perdu tout contrôle.

Ce qui serait une grave maladie dans une lampe destinée à la réception est ici un avantage, qui permet d'utiliser la lampe

comme relais. On peut, au moyen de la grille, imposer **le moment** où le phénomène d'ionisation se produira.

La grille n'a aucun effet sur **l'intensité** du courant de plaque, elle ne peut que commander son déclenchement.

Dès lors, on peut appliquer à la grille une tension alternative d'une fréquence déterminée qui commande, par suite, la fréquence du balayage ; cela, toutefois, dans certaines limites, lesquelles sont fixées par les valeurs respectives de la résistance de charge et de la capacité. Il est aisé de rendre ces éléments réglables.

La figure 85 donne le schéma d'un oscillateur de base de temps complet.

La fréquence de synchronisation est appliquée à la grille du thyratron au moyen du transformateur T. La polarisation négative de grille est fournie par la résistance de cathode R_1 (qui fait partie d'un ensemble potentiométrique non indiqué sur la figure). C_1, C_2, C_3 sont des condensateurs de valeurs différentes que l'on peut mettre en circuit suivant la fréquence que l'on désire obtenir. R_2 est la résistance de charge réglable. C_4 est la capacité de liaison au tube. R_3 est la résistance de fuite de l'électrode de balayage.

Les signaux que l'on veut analyser n'ont pas toujours une valeur suffisante pour être appliqués directement aux plaques de déflexion du tube. Le déplacement du rayon cathodique qui en résulterait serait trop faible. On interpose alors une lampe amplificatrice qui est d'ordinaire couplée au tube à rayon cathodique par résistance. La figure 86 en donne le montage.

Nous donnons, figure 87, le schéma d'un oscillographe complet comportant une base de temps, une lampe amplificatrice pour chacune des paires de plaques déflectrices, ainsi que l'alimentation du tout.

On remarquera que, contrairement à la pratique usuelle en radio, c'est le pôle **positif** de la H.T. appliquée au tube cathodique qui est mis à la masse, de sorte que le **chauffage** et la **cathode** de celui-ci sont à un potentiel **négatif** de l'ordre de 1.000 volts par rapport à la masse.

On applique aux bornes V le signal à analyser qui commande

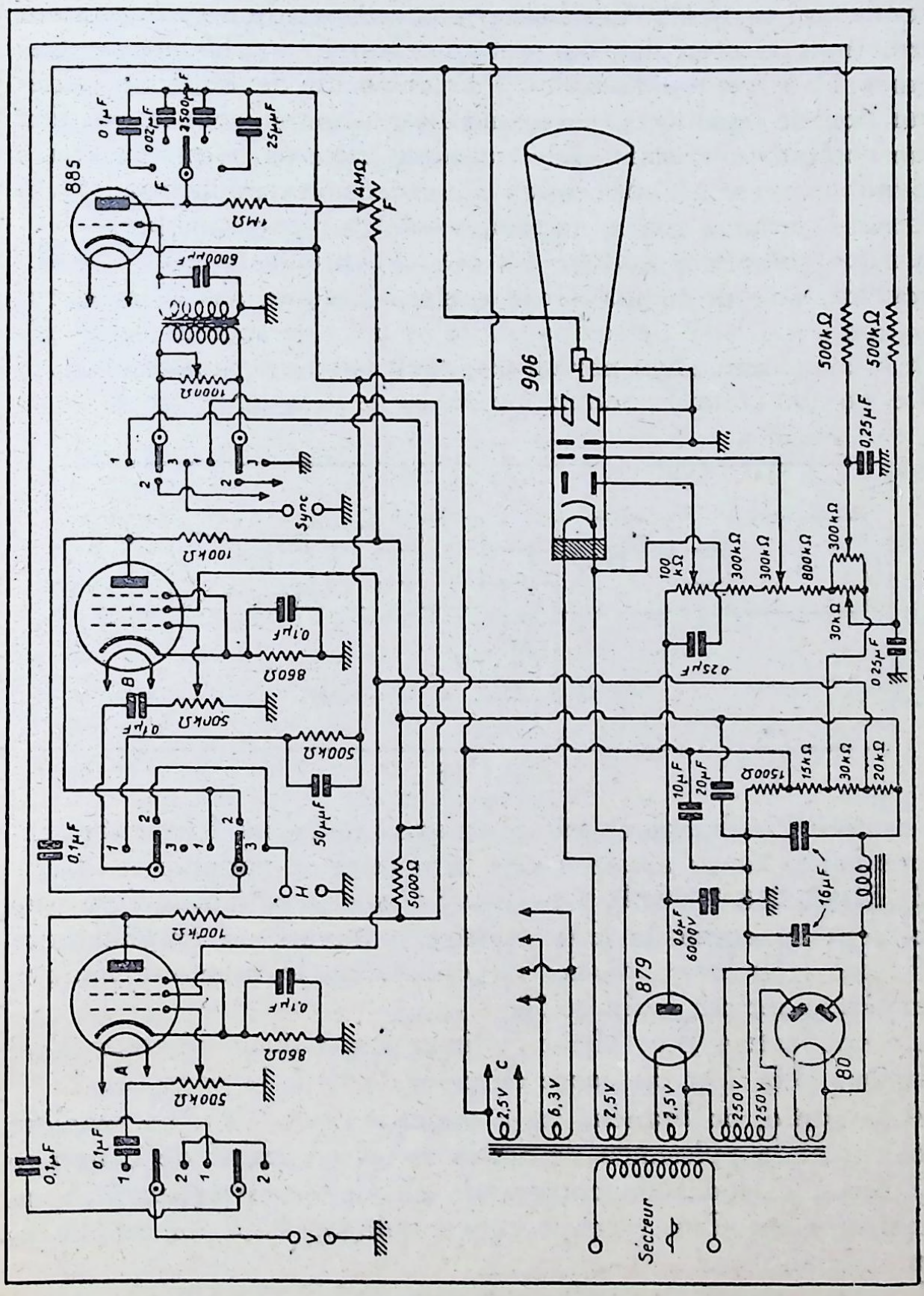

885
906
879
80
Sync
Secteur
2,5V
6,3V
250V
500kΩ
4MΩ
1MΩ
6000μμF
1000Ω
100kΩ
860Ω
500kΩ
50μμF
5000Ω
0,1μF
0,25μF
100 kΩ
300kΩ
800kΩ
30kΩ
1500Ω
15kΩ
20kΩ
10μF
20μF
16μF
0,6μF 6000V
0,1μF
0,02μF
2500μμF
25μμF
A
B
C
F
H
V

Figure 87

la déflexion verticale. Ces bornes sont suivies d'un commutateur permettant d'intercaler ou non une lampe amplificatrice. Les bornes H servent à l'emploi d'un dispositif de balayage extérieur dont le signal peut être amplifié ou non suivant la position d'un combinateur. Enfin, une troisième paire de bornes marquée « Sync » servent à l'application d'une tension de synchronisation extérieure fournie par le courant à analyser par exemple.

Un combinateur permet soit la synchronisation de l'oscillateur de base de temps par le signal à étudier, soit la synchronisation de la base de temps par le courant de secteur de 50 p/s soit la synchronisation par un dispositif extérieur indépendant.

Le combinateur F permet de régler la fréquence de la base

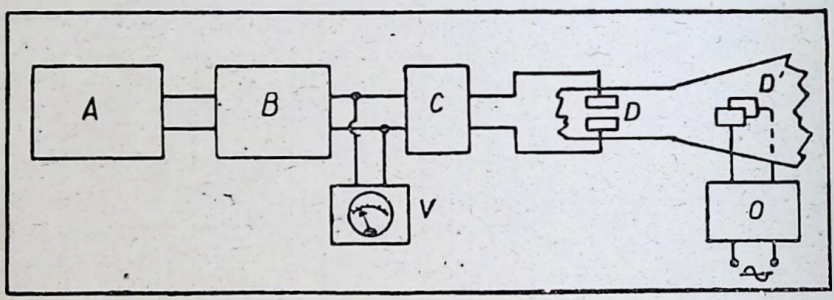


Figure 88

de temps. Ce réglage se fait en quatre bonds, les fréquences intermédiaires étant ajustées par la résistance variable F.

2° **Etude des courants B.F. :** Pour étudier les déformations que subissent au cours de leur passage à travers un amplificateur B.F., les fréquences musicales, on réalise le montage indiqué sommairement par la figure 88.

L'amplificateur B.F. (B) est alimenté par un générateur d'oscillations B.F. (A) du genre de celui décrit à la page 65.

A la sortie, on branche un « ouput-meter » (V), de manière à contrôler la puissance de sortie et un dispositif de couplage (C) aux électrodes de commande D. Ce dernier peut être un transformateur d'un rapport convenable ou bien un amplificateur spécial.

L'autre paire d'électrodes est connectée à l'oscillateur à re-

laxation O (monté généralement à l'intérieur de l'oscillographe).

Pour avoir l'image d'une seule oscillation B.F., il faut que l'oscillateur à relaxation soit réglé à la même fréquence que l'oscillateur B.F.

Dans des conditions, et s'il n'y a aucune déformation due à l'amplificateur B.F., nous aurons une courbe régulière de forme sinussoïdale.

S'il y a de la distorsion à un étage quelconque de l'amplificateur, la forme de la courbe sera modifiée et on constatera d'ordinaire l'apparition d'excroissances, correspondant à des harmoniques.

L' « output-meter » permettra de contrôler à partir de quelle puissance la déformation a lieu.

On peut aussi appliquer ce procédé de contrôle à un récepteur entier. Pour cela, on utilise une hétérodyne H.F. modulée, branchée de la même manière que pour les essais de fidélité (voir la fig. 32). L'oscillographe cathodique se branche comme ci-dessus.

3° **Etude de la sélectivité des postes et alignement des circuits H.F. et M.F. :** C'est probablement l'application la plus utile de toutes dans le domaine de la radio et certainement le procédé qui deviendra universel pour l'alignement des circuits dans les postes récepteurs.

Le montage est le suivant (fig. 89).

Le récepteur R est branché à l'hétérodyne, qui n'a pas besoin d'être modulée en B.F.

A la sortie du courant détecté, c'est-à-dire sur la connexion joignant R20 à C16 sur le schéma figure 50, on branche un amplificateur spécial à très basse fréquence B (l'amplificateur B.F. du poste ne convient en général pas). Cet amplificateur est d'ordinaire monté dans l'oscillographe.

La sortie de cet amplificateur commande une paire d'électrodes du tube cathodique. L'autre paire est connectée à l'oscillateur à relaxation comme dans le montage précédent.

D'autre part, l'hétérodyne H est connectée à un appareil W **modulateur de fréquence,** dont nous verrons plus loin de principe et le rôle.

Il s'agit de déterminer la courbe de résonance du récepteur, en d'autres termes, la façon dont il amplifie les fréquences supérieures et inférieures à la fréquence fondamentale sur laquelle il est accordé.

Si, partant d'une fréquence inférieure de 20 kilohertz à celle sur laquelle est accordé le poste, nous réglons graduellement l'hétérodyne sur des fréquences de plus en plus élevées, nous constaterons que l'amplification fournie par le poste (sa **réponse**) va augmenter jusqu'au moment où l'accord est atteint, puis diminuer de nouveau jusqu'à 0.

Si, au moyen du courant détecté, amplifié par un appareil intermédiaire, nous commandons les électrodes déflectrices du

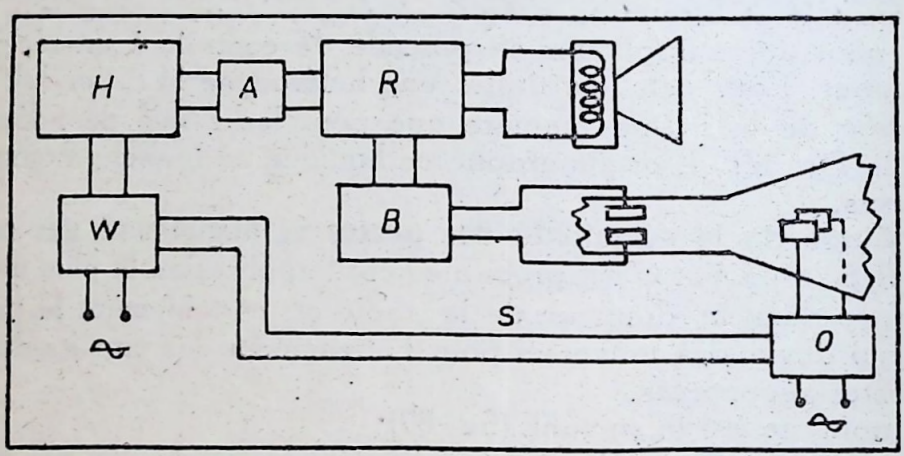


Figure 89

tube, nous provoquerons une déviation du rayon cathodique proportionnelle à la réponse du poste pour chaque fréquence appliquée à l'entrée.

En répétant cette opération continuellement à une cadence rapide et en réglant à cette même cadence les oscillations de relaxation commandant le balayage latéral, nous verrons se dessiner sur l'écran la **courbe de réponse** du poste.

Pour obtenir cet effet, il faut appliquer à l'hétérodyne une **modulation de fréquence** au moyen d'un dispositif mécanique.

Cela se fait très simplement au moyen d'un appareil appelé « wobbler » par les Américains (W sur la fig. 89).

Il comporte un minuscule moteur électrique sur l'axe duquel est monté un tout petit condensateur variable à air, pouvant être branché en parallèle sur la capacité d'accord de l'hétérodyne.

Sur le même axe est placé un dispositif de synchronisation qui est relié à l'oscillateur à relaxation O par la connexion S.

Si le moteur électrique tourne à 3.000 tours à la minute, la capacité du condensateur placé sur son axe passera 3.000 fois par un maximum et un minimum. Si l'on a pris soin de brancher une capacité ajustable en série avec lui, on pourra régler exactement le nombre de kilohertz dont on fera varier la fréquence de l'hétérodyne. On adopte d'ordinaire une bande de 15 à 20 kilohertz.

Quand l'installation fonctionne, on voit donc sur l'écran une courbe représentant exactement la sélectivité du récepteur, c'est-à-dire sa réponse pour une bande de fréquences correspondant à celle qu'il est nécessaire de recevoir pour assurer une reproduction fidèle de la musique.

Ce n'est pas tout : chaque retouche que l'on fait aux trimmers du poste se remarque immédiatement sur l'écran. On dispose donc d'un merveilleux procédé de réglage visuel permettant d'ajuster d'une manière certaine des filtres de bande.

Le système peut s'appliquer non seulement à un récepteur entier, mais aussi, avec l'aide d'un voltmètre à lampe, à tout bobinage ou groupe de bobinages. Il permet d'établir scientifiquement et avec la plus grande précision les transformateurs M.F., par exemple.

Une remarque s'impose ici, la capacité du condensateur du « wobbler » passe deux fois par la même valeur intermédiaire pendant un tour complet. On peut représenter la variation de la capacité au cours de la rotation par la courbe de la figure 90.

Le point F correspond à l'accord exact sur la fréquence que l'on étudie. On constate que l'on repasse par cette fréquence à chaque demi-tour. Il s'en suit que l'on obtient sur l'écran deux courbes symétriques qui se superposent au moins partiellement. Une de ces courbes est formée pendant que la capacité augmente et l'autre pendant qu'elle diminue. Ces deux courbes sont en quelque sorte inversées l'une par rapport à l'autre (fig. 91).

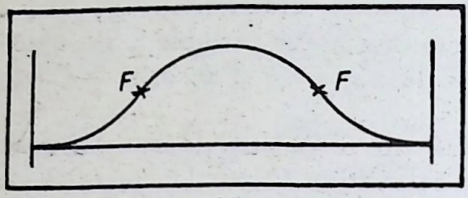


Figure 90

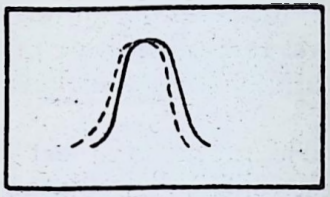


Figure 91

Comme les courbes de résonance ne sont pas absolument symétriques, les deux courbes ne peuvent jamais coïncider, tout au plus arrive-t-on à en superposer le sommet ; c'est à ce moment que le meilleur réglage est obtenu. La présence de deux images n'offre pas d'inconvénient dans un instrument qui est exclusivement affecté à l'alignement de récepteurs en ordre de marche. L'emploi en est même simplifié dans ce cas par l'aisance avec laquelle on peut superposer les deux courbes.

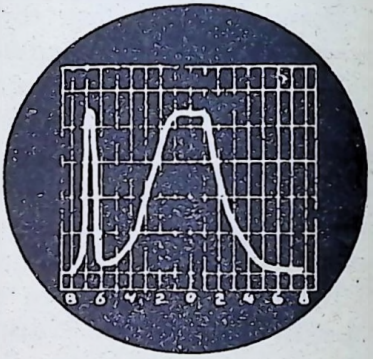


Figure 92

Cependant pour l'étude précise de la sélectivité dun récepteur et pour obtenir un réglage très exact des transformateurs M.F. présentant un effet de filtres de bande accentué, il vaut mieux éliminer une des deux images. On obtient ce résultat très simplement au moyen d'un contact court-circuitant le dispositif de déflevion horizontale pendant un demi-tour du « wobbler ». L'image devient alors celle de la figure 92.

La deuxième image est complètement rejetée vers la gauche et pratiquement réduite à une ligne verticale. On place devant le tube à rayons cathodiques un écran en cel-

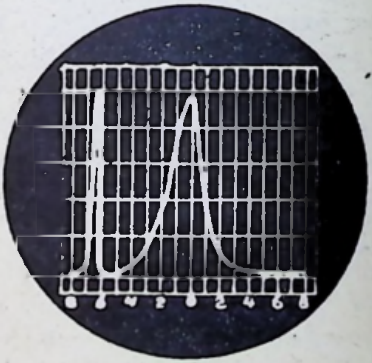


Figure 93

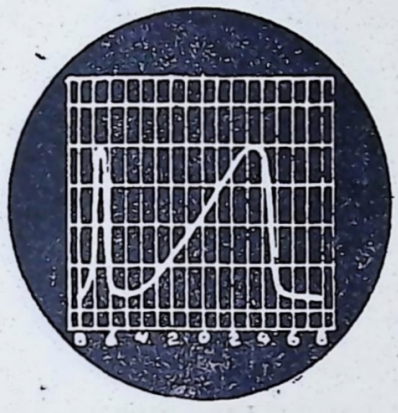


Figure 94

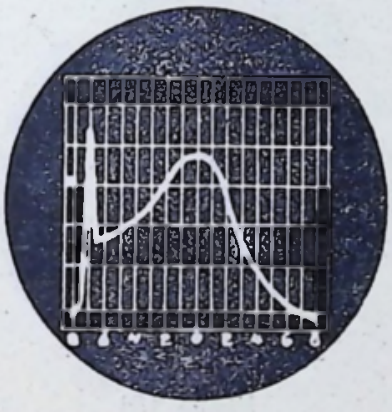


Figure 95

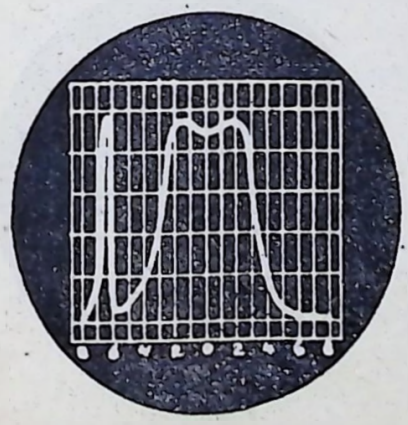


Figure 96

luloïd sur lequel est tracé une grille dont les traits verticaux représentent des kHz et les traits horizontaux les tensions développées aux bornes des bobinages étudiés.

Les oscillographes sont normalement livrés avec des instructions très complètes, et il n'est donc pas nécessaire de s'étendre d'avantage ici sur leur emploi. Nous croyons néanmoins utile de donner quelques exemples des images obtenues le plus souvent au cours du réglage de la partie M.F. d'un récepteur, ainsi que la manière de les interpréter.

Fig. 93. — Courbe donnée par un récepteur beaucoup trop sélectif : La reproduction musicale sera très mauvaise. Cette courbe est d'ordinaire l'indice de transformateurs M.F. mal étudiés

Fig. 94. — Indique un récepteur mal réglé dont la sélectivité est asymétrique ; cette courbe est souvent le résultat d'un grand amortissement de l'un des circuits (vérifier la détection).

Fig. 95. — Un des circuits est désaccordé (trimmers déréglés).

Fig. 96. — Courbe fournie par un récepteur très bien réglé comportant des transformateurs M.F. particulièrement bien étudiés.

Fig. 97. — Un des circuits M.F. est plus ou moins désaccordé.

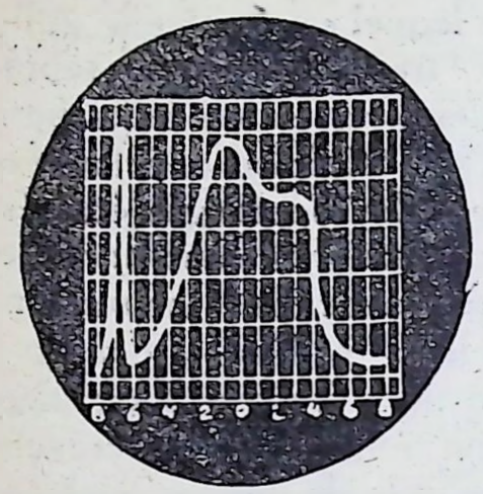


Figure 97

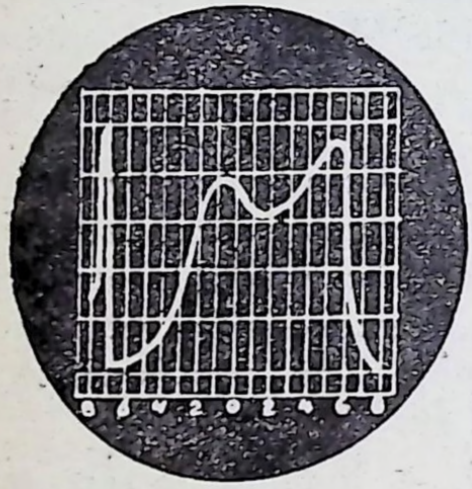


Figure 98

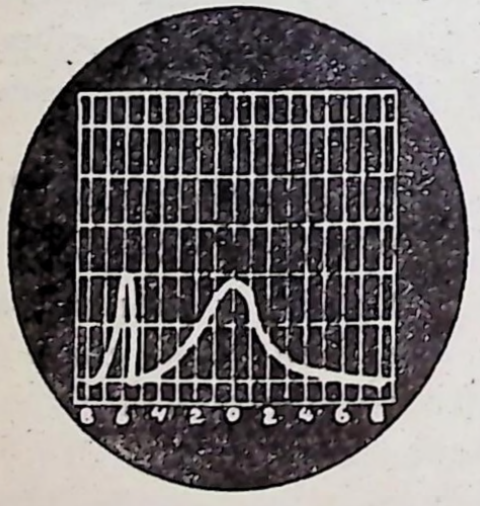


Figure 99

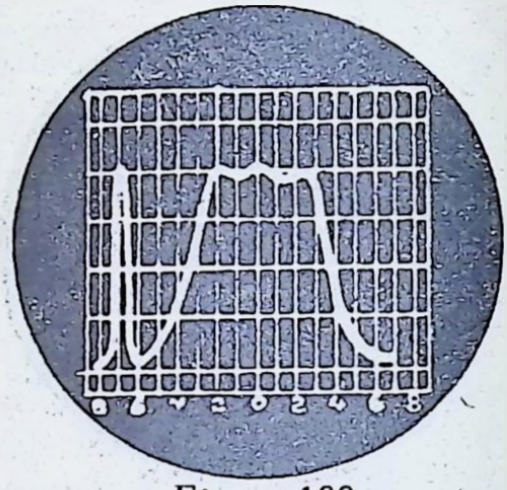


Figure 100

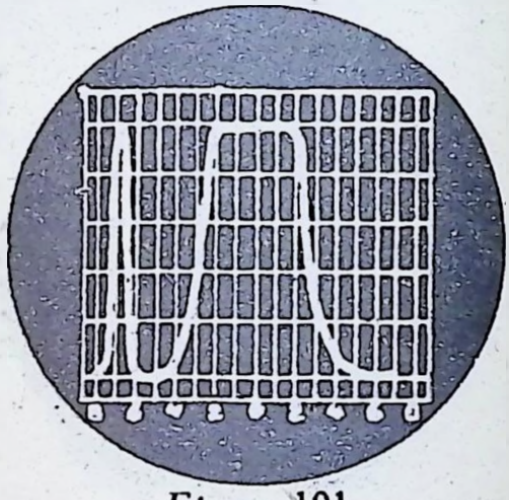


Figure 101

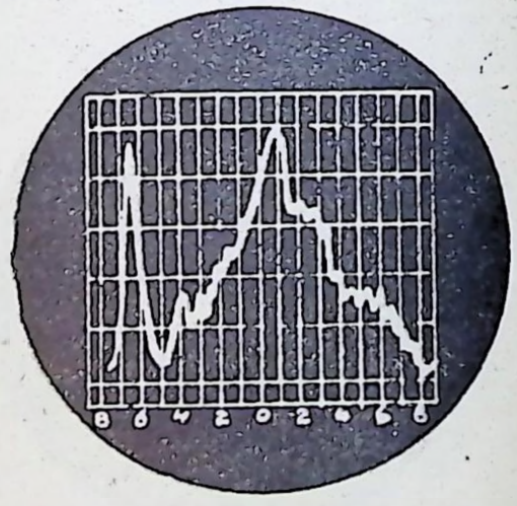


Figure 102

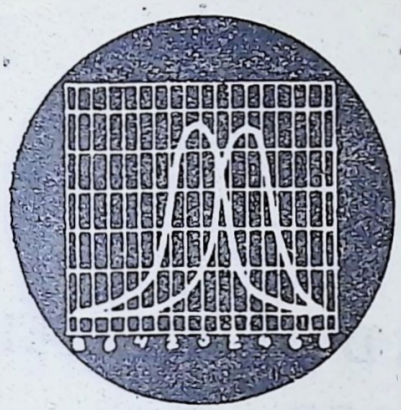


Figure 103

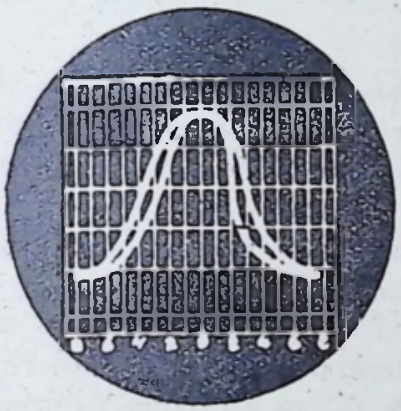


Figure 104

Fig. 98. — Un des transformateurs M.F. est désaccordé par rapport à l'autre.

Fig. 99. — Un des circuits M.F. est entièrement hors de combat ou bien le récepteur comprend de très mauvais transformateurs M.F.

Fig. 100. — Courbe founie par un récepteur à très haute fidèlité. Cette courbe ne peut être obtenue que par l'emploi de plusieurs étages M.F. dont les circuits sont légèrement désaccordé les uns par rapport aux autres.

On accorde par exemple le premier transformateur M.F. sur une fréquence trop élevée, le troisième sur une fréquence un peu trop basse tandis que le second est accordé sur la fréquence exacte. Un pareil réglage nécessite une certaine dose de patience, mais permet d'obtenir des résultats qu'il serait impossible d'atteindre par d'autres méthodes.

Fig. 101. — Trop beau pour être vrai!! Cette courbe serait celle d'un amplificateur M.F. idéal. En réalité, elle est produite par la saturation d'une ou plusieurs lampes du récepteur et indique qu'il faut diminuer fortement la tension de sortie de l'hétérodyne et il est bien probable que l'on obtiendra alors une courbe analogue à celle de la figure 93.

Fig. 102. — Indique la présence d'oscillations H.F. dans le récepteur : la lampe M.F. ou H.F. oscille. Il faut changer le réglage du condensateur d'accord et, si cela ne suffit pas, faire une vérification générale du récepteur (C.A.V., etc...).

Fig. 103. — Courbe donnée par le système à deux images lorsque le récepteur n'est pas bien aligné.

Fig. 104. — Courbe donnée par un récepteur bien aligné. Remarquez que les deux courbes ne coïncident pas entièrement parce qu'elles ne sont jamais parfaitement symétriques.

EQUIPEMENT NORMAL D'UN ATELIER DE DEPANNAGE

L'inventaire que nous donnons ci-dessous est l'outillage absolument **minimum** que doit posséder quiconque prétend faire commerce de postes de T.S.F. et, par conséquent, a le devoir d'assurer le « service » des postes qu'il vend.

Cet outillage permet de donner les soins de « premier secours » et de faire les réparations les plus courantes.

La mise au point complète d'un récepteur tout à fait déréglé nécessite, toutefois, un équipement plus complet qui sera donné plus loin. Dans le cas présent, le retour à l'usine s'impose pour les cas graves.

A. — **Outils :**

1 tournevis petit et très court.
1 tournevis moyen et très long,
1 tournevis étroit, type horloger (pour enlèvement de boutons, etc...),
1 très fort tournevis (démontage des dynamiques, etc.),
1 pince dite « universelle », taille moyenne,
1 pince coupante oblique,
1 pince à câbler ou pince à longs becs ronds,
1 pince d'horloger (prucelle) (indispensable pour repêcher de petits objets dans les coins du châssis),
5 clefs à tube pour les dimensions d'écrou les plus courantes. Les prendre longues et avec manche de bois,
1 petit burin,

1 pointeau,
1 petit chasse-goupilles,
1 marteau de mécanicien à panne plate de 150 à 200 grammes,
1 lime ronde « queue de rat » taille moyenne 1/2 douce,
1 rape ronde de même dimension (pour agrandir les trous dans le bois),
1 lime triangulaire moyenne 1/2 douce,
1 lime 1/2 ronde, 1/2 douce,
1 rape 1/2 ronde moyenne,
1 lime plate moyenne 1/2 douce,
1 petit étau à mâchoires parallèles,
1 scie à métaux avec monture extensible,
1 foreuse à main, petit modèle,
1 jeu de mèches américaines de 2 à 6 mm,
1 fer à souder électrique 100 watts,
1 petite lampe électrique de poche de type cylindrique (pour regarder dans les coins),
1 petite clef anglaise type « King-Dick »,
1 paire de forts ciseaux,
quelques pinceaux de tailles diverses.

B. — **Instruments de mesure :**

1 appareil universel ou à défaut :
1 voltmètre à plusieurs lectures de 500 ohms par volt au moins, donnant :

0- 10 volts,
0-250 volts,
0-500 volts,

ou de valeurs approchantes,
1 milliampèremètre 0- 15 mA,
1 milliampèremètre 0-100 mA,
1 « Analyseur » ou, à défaut :
1 jeu d'intermédiaires permettant de prendre des mesures sur les lampes. Ces pièces sont malheureusement difficiles à trouver et d'un prix ridiculement élevé. Le débrouillard en fabriquera lui-même avec de vieux culots de lampe,
1 dispositif pour contrôler les résistances, déterminer les coupures dans les circuits, etc., composé d'une pile de lampe de

poche B de 4,5 volts fixée sur une planchette avec un bouton de sonnerie à poussoir P et une ampoule L (fig. 105).

Le circuit est complété par deux fils souples terminés par des pinces crocodile.

Ce petit accessoire rendra de grands services pour trouver rapidement un court-circuit ou une coupure. En série avec un voltmètre, il permet de déterminer avec suffisamment d'exactitude la valeur des résistances, jusqu'à 100.000 ohms environ.

C. — **Matières et rechanges :**

soudure tubulaire avec noyau de résine,
gomme-laque à l'alcool,
liquide à polir pour les ébénisteries,
chiffons doux pour polir,
boulons de 3 mm de diverses longueurs avec écrous, rondelles de blocage et cosses à souder,
fiches banane.
pinces crocodile,
gaine huilée de 1,2 et 3 mm de diamètre intérieur.
fil de cuivre rond, nu, étamé, de 0,6 ou 0,8 mm.
fil guipé dit « push-back » (fil américain),

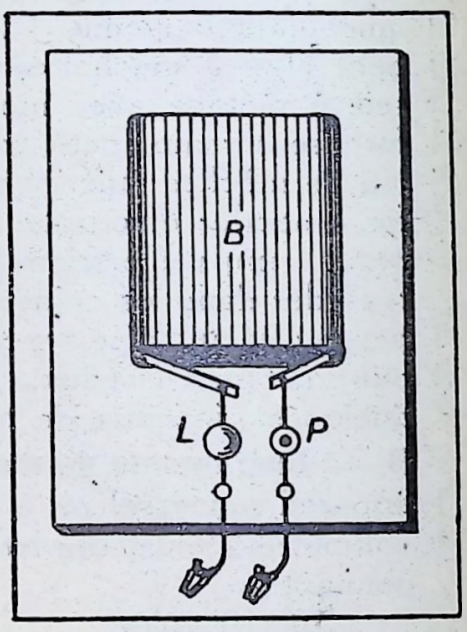


Figure 105

un ou deux potentiomètres du type utilisé par la marque que l'on représente,
un assortiment de résistances 2 watts,
valeurs les plus nécessaires : 100, 250, 500, 750, 1.000, 2.500, 5.000, 10.000, 25.000, 50.000, 100.000, 250. 000, 500.000 ohms et 1 mégohm,
ces valeurs suffiront dans presque tous les cas,
exceptionnnellement, il faudra y ajouter une ou deux valeurs spéciales, particulières aux appareils que l'on vend,
un assortiment de condensateurs **au mica** (et non au papier),
Valeurs les plus nécessaires :
50, 100, 250, 500, 1.000, 2.000 µµF,

un assortiment de condensateurs tubulaires isolés à 1.500 volts, 10.000, 30,000, 50.000 cm, 0,1, 0,5 µF,
quelques condensateurs au papier de 1 et 2 µF, tension d'essai 750 volts, tension de service : 500 volts,
au moins deux condensateurs électrolytiques de 16 et de 32 µF,
une ou deux capacités électrolytiques de 50 µF, 25 V,
un ou deux morceaux de tige filetée de 3 ou 4 mm avec écrous,
des vis à bois de diverses tailles et des clous,
de la toile isolante,
un tube de seccotine,
de la paraffine ou de l'ozokérite,
au moins un jeu de lampes en parfait état, correspondant à celles utilisées dans la marque que l'on représente,
quelques supports de lampe de chaque type,
des fusibles pour les postes que l'on vend,
des ampoules pour l'éclairage du cadran,
enfin, quelques pièces de rechange particulières à la marque que l'on représente et que le constructeur indiquera.

EQUIPEMENT
D'UN LABORATOIRE PLUS COMPLET

Pour un technicien spécialiste s'occupant d'une manière générale de dépannage de toutes marques, de transformations, modernisations, etc., un outillage plus complet est nécessaire.

A l'inventaire précédent il ajoutera donc :

A. — **Outillage :**

une foreuse électrique à main, pouvant admettre des mèches jusqu'à 6 mm,
une petite meule,
un vilebrequin avec les accessoires suivants :
un coupe-rondelles à lame en acier rapide,
une fraise conique,
une série de mèches à bois pour trous, allant jusqu'à 25 mm,
un jeu de tarauds et de filières de 2, 2, 5, 3, 3, 5, 4, 5 , et 6 mm.
un tourne-à-gauche pour ceux-ci,
un jeu de tournevis d'horloger,
diverses limes de petite dimension dont une lime couteau d'horloger,
un support pour châssis permettant de la maintenir dans n'importe quelle position pour y travailler,
une petite enclume de 10 kilogrammes environ,
une petite presse à balancier pour poinçonner et poser des rivets tubulaires, avec jeux de pose.

B. — **Instruments de mesure :**

une hétérodyne modulée bien étalonnée, du type décrit et comportant une antenne artificielle,

un voltmètre à redresseur à plusieurs lectures et dont la résistance sera de 1.000 ohms par volt au moins.
Cet appareil peut faire partie d'un instrument universel comme celui décrit.
un voltmètre à palette mobile lecture 800 volts pour la vérification des transformateurs d'alimentation,
un milliampèremètre 0-100 mA, qui peut être monté sur panneau avec les accessoires du haut-parleur d'essai,
un voltmètre à lampe ou appareil à œil cathodique,
un lampemètre,
un ohmmètre de précision (pouvant également faire partie de l'appareil de mesure universel),
un capacimètre idem.
un petit wattmètre sera également utile.

C. — **Divers :**

un moteur de phonographe,
un pick-up de bonne marque,
une collection de disques en parfait état, comprenant tous les genres, notamment de l'orchestre, du jazz, de la voix. Cela est très utile pour vérifier la partie B.F. des postes, ainsi que les hauts-parleurs.
Si possible, un disque donnant les fréquences musicales.
Un transformateur isolateur.
Un haut-parleur d'essai.
Si l'on ne dispose que du courant continu, une commutatrice de 100 watts est **indispensable.**
Si le secteur est alternatif, on montera un appareil redresseur pouvant donner 220 volts sous 500 mA dont nous donnons le schéma figure 106.

D. — **Matières et rechanges :**

petits rivets de cuivre et d'aluminium de diverses tailles, un assortiment de rivets tubulaires, cosses à souder, etc... un assortiment de boulons et d'écrous de 3,5, 4 et 6 mm, des douilles isolées pour fiche banane,
des bornes diverses,
de la bakélite brune en feuille de 1 et 2 mm d'épaisseur (0,50 m² environ),

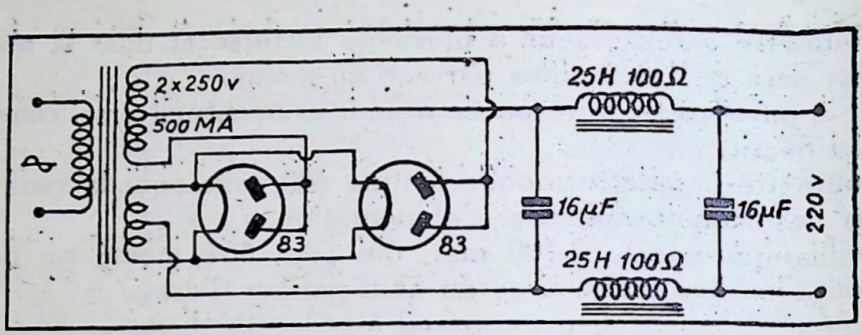


Figure 106

des résistances de toutes valeurs de 0,5, 2 et 4 watts,
quelques potentiomètres logarithmiques de 250.000 et 500.000 ohms avec et sans interrupteur,
des résistances bobinées de 5 à 10 watts :
300, 500, 1.000, 10.000, 20.000 ohms (ces deux dernières avec des colliers mobiles),
vis à bois de diverses tailles, clous cavaliers, petits isolateurs,
une réserve de cordelière à 2 conducteurs, ainsi que du cordon à 4 et 5 conducteurs,
des fiches pour secteur,
des fiches à quatre et à cinq broches (pour prise de haut-parleur),
quelques interrupteurs et inverseurs du type à encastrer,
quelques baguettes de fil de cuivre rond, étamé, étiré de 1,2 mm.

EQUIPEMENT D'UN LABORATOIRE COMPLET

L'équipement ci-dessous permet tous les travaux d'étude et de recherche dont peut avoir besoin un constructeur pour l'établissement de ses maquettes et la création de nouveaux montages.

Aux listes précédentes, ajouter :

un générateur de signaux standard qui se compose des appareils suivants :

une hétérodyne modulée avec profondeur de modulation réglable de 0 à 100 % et étalonnage du taux de modulation,

un atténuateur étalonné,

un voltmètre à lampe de contrôle à la sortie,

une antenne artificielle,

un oscillateur B.F. comportant :

un voltmètre à lampe de contrôle à la sortie,

un outputmeter étalonné en watts ou en décibels,

un oscillographe cathodique avec les accessoires suivants :

amplificateur de courant continu,

oscillateur à relaxation (base du temps),

modulateur de fréquence (wobbler) avec dispositif de synchronisation,

un voltmètre électrostatique gradué de 500 à 2.500 volts,

un pont de mesure universel.

RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

I. - Abaques.

Calcul des résistances.

La détermination des résistances est une des opérations des plus fréquentes auxquelles doit se livrer, dans la pratique journalière, le technicien en radio.

Pour éviter les fastidieux calculs arithmétiques, les fabricants de résistances ont établi des graphiques permettant la détermination immédiate de la valeur d'une résistance pour un débit donné, ainsi que la chute de tension et le wattage dissipé ou de n'importe quelle de ces valeurs en fonction des autres.

Nous croyons utile de publier ci-contre un abaque de ce type qui nous a paru particulièrement pratique.

Il comprend quatre échelles correspondant respectivement à la tension, à la puissance dissipée, à l'intensité et à la résistance (fig. 107).

Connaissant deux de ces valeurs, il suffit de placer une règle sur les graduations correspondant à celles-ci, pour trouver les autres valeurs dans le cas envisagé.

Exemples :

1° Quelle résistance doit-on employer pour obtenir une chute de tension de 200 volts avec un débit de 2 mA?

La tension (200 volts) et l'intensité (2 mA) sont connues. On place une règle sur le point correspondant à 2 dans la première colonne et sur celui correspondant à 2 dans la 3° colonne. On lit

alors au point où la règle coupe la 4e colonne 100.000 ohms et, en même temps, dans la 2e colonne 0,4 watts.

On connaît ainsi la valeur de la résistance à utiliser et on sait que le modèle 0,5 watts suffira.

2° La tension d'alimentation est de 250 volts, la lampe détectrice a un débit de 3 mA sous une tension anodique de 80 volts. Quelle est la valeur de la résistance de charge à intercaler dans le circuit de plaque?

La chute de tension dans la résistance est de
250-80 volts = 170 volts.

On place la règle sur 170 et sur 3 mA et on trouve comme résistance 56.500 ohms. En pratique, on prendra 50.000 ou 60.000 ohms. La puissance dissipée est légèrement supérieure à 0,5 watts, la résistance sera donc, par prudence, du type 1 watt.

3° On possède un potentiomètre de 2.000 ohms, taré à 10 watts; peut-on appliquer une tension de 110 watts à ses bornes?

On prend 110 dans la première colonne et 2.000 dans la 4e et on remarque que le débit est de 55 mA et la dissipation de 6,05 watts. Le potentiomètre est donc suffisant.

4°Quelle est la tension maximum que l'on puisse appliquer aux bornes d'une résistance de 1.000 ohms du type 3 watts?

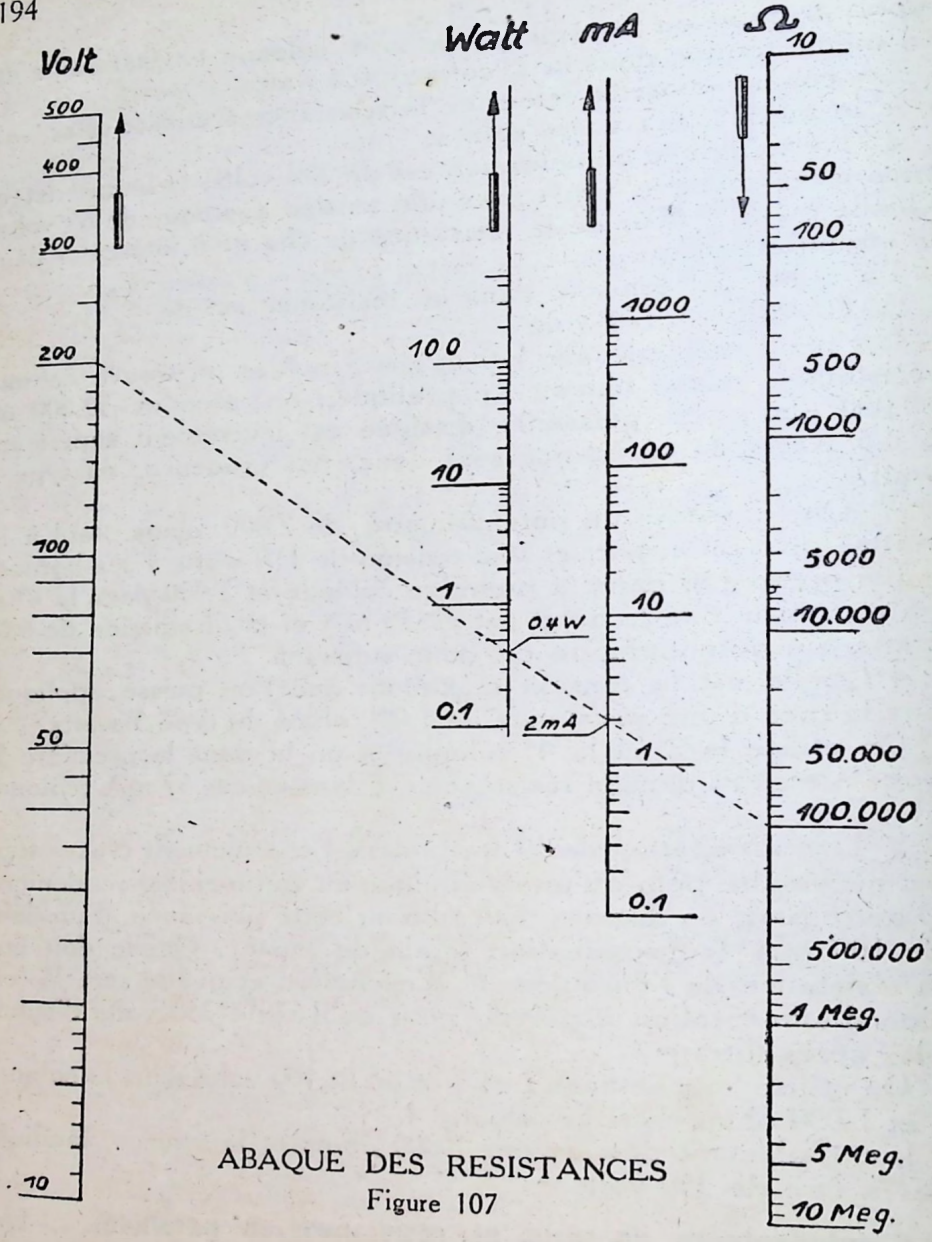
On utilise la 2e et la 4e colonne et on lit dans la première 52 volts. Le débit dans la résistance est dans ce cas 57 mA. (colonne 3).

5° Une dissipation de 10 watts dans l'enroulement d'excitation est nécessaire pour qu'un dynamique ait son meilleur rendement. D'autre part, on dispose pour obtenir cette puissance, d'un débit de 100 mA (consommation totale du poste). Quelle doit être la résistance de l'enroulement d'excitation et quelle sera la tension d'alimentation à prévoir pour qu'il reste 250 volts disponibles après filtrage?

On utilise les colonnes 2 et 3 et on lit 100 volts dans la colonne 1 et 1.000 ohms dans la colonne 4.

L'enroulement devra avoir 1.000 ohms et la tension anodique devra être de 350 volts.

Condensateurs en série et résistances en parallèle. — Une



ABAQUE DES RESISTANCES

Figure 107

même loi mathématique s'applique aux deux cas, un même graphique peut donc également être utilisé et les chiffres peuvent se lire en µF (ou fraction de µF) ou en ohms, au choix.

L'abaque se présente sous la forme de trois lignes convergentes dont les deux extérieures portent des chiffres correspondant à la valeur des éléments à combiner. On lit le résultat de l'opération sur la ligne médiane (fig. 108).

Exemples : Un condensateur de 8 µF en série avec un autre de 6 µF donne une capacité totale de 3,42 µF.

On place une règle sur le chiffre 8 à gauche et sur le chiffre 6 à droite. Le point d'intersection de la règle avec la ligne médiane donne le résultat cherché.

Quelle est la valeur du condensateur à mettre en série avec un autre de 300 µµF pour obtenir une capacité de 190 µµF?

On place la règle sur le chiffre 3 (pour 300 µµF à gauche et sur 1,9 (pour 190 µµF) sur la ligne médiane et on lit 5 sur la ligne de droite : La valeur cherchée est 500 µµF.

Quelle est la résistance donnée par la mise en parallèle d'une résistance de 80.000 ohms avec une autre de 40.000 ohms?

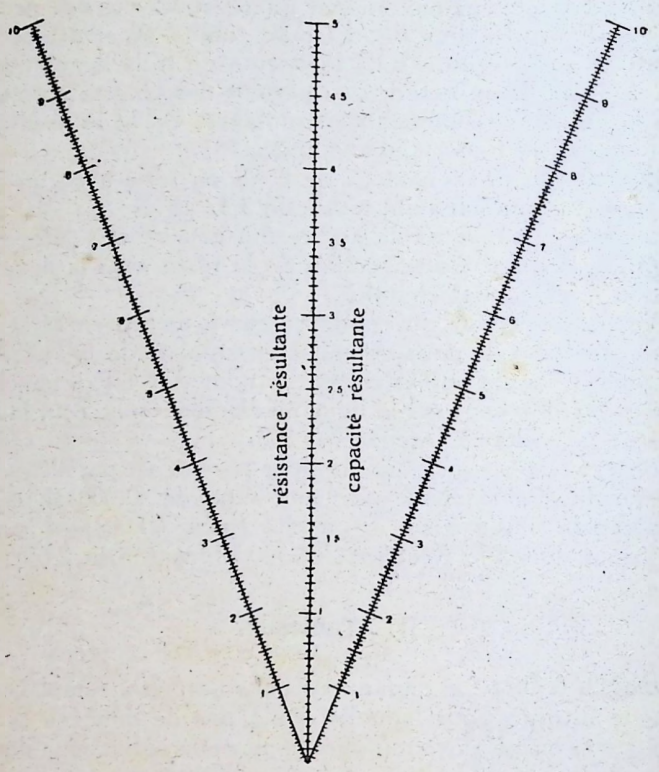
On place la règle sur 8 à gauche (pour 80.000) et sur 4 à droite (pour 40.000). Résultat : 26.500 ohms (on lit 2,65).

II. - Tableaux.

Bobinages à fer : Le dépanneur aura parfois à remplacer une bobine de filtrage pour laquelle il n'a pas de données exactes. D'autre part, on ne peut toujours se fier aux indications données par les fabricants de bobinages qui négligent souvent d'indiquer à quel débit, à travers la bobine, correspond la self-induction donnée. La plupart du temps, la valeur indiquée correspond à un courant nul et est, par conséquent, bien supérieure à la self-induction réelle en fonctionnement.

Il est toujours utile de pouvoir donner au fabricant de la bobine de rechange des données précises et de pouvoir contrôler la pièce de rechange.

Il faut toujours tenir compte de ce que, pour que le filtrage soit efficace :



RESISTANCES EN PARALLELE
CONDENSATEURS EN SERIE

Figure 108

1° La résistance de la bobine doit être aussi faible que possible pour éviter une inutile chute de tension.

2° Le fil doit avoir une section suffisante pour pouvoir supporter sans échauffement le débit nécessaire.

3° Le fer doit toujours être très loin de la saturation afin que le plus petit changement dans le courant puisse modifier son état magnétique. Cela implique une section suffisante du noyau, ou, si l'on veut, un nombre de tôles suffisant.

Le tableau donné figure 109 est extrait d'un ouvrage sur les bobinages à fer, par P. H. Brans.

Code de couleurs des résistances

premier chiffre : corps	deuxième chiffre : bout	derniers chiffre : point
0 - noir	0 - noir	rien - noir
1 - brun	1 - brun	0 - brun
2 - rouge	2 - rouge	00 - rouge
3 - orange	3 - orange	000 - orange
4 - jaune	4 - jaune	0000 - jaune
5 - vert	5 - vert	00000 - vert
6 - bleu	6 - bleu	000000 - bleu
7 - violet	7 - violet	
8 - gris	8 - gris	
9 - blanc	9 - blanc	

Exemple : Une résistance a le corps vert, le bout noir et un point orange :

corps vert	5
bout noir	0
point orange	000
Total	50.000 ohms

Code de couleurs des capacités.

Les condensateurs fixes américains sont marqués suivant le code ci-après :

Premier point	Deuxième point	Troisième point
0 - noir	0 - noir	rien - noir
1 - brun	1 - brun	0 - brun
2 - rouge	2 - rouge	00 - rouge
3 - orange	3 - orange	000 - orange
4 - jaune	4 - jaune	0000 - jaune
5 - vert	5 - vert	00000 - vert
6 - bleu	6 - bleu	000000 - bleu
7 - violet	7 - violet	
8 - gris	8 - gris	
9 - blanc	9 - blanc	

EXEMPLES :

Premier point	Deuxième point	Troisième point		Valeur
Brun	Noir	Brun	=	100 µµF
Rouge	Vert	Brun	=	250 µµF
Vert	Noir	Brun	=	500 µµF
Brun	Noir	Rouge	=	1000 µµF
Brun	Noir	Orange	=	10000 µµF

Code allemand.

Le code de couleurs allemand pour les capacités diffère sensiblement du code américain. Les capacités comportent notamment des bandes coloriées qui présentent des largeurs différentes. Il y en a de deux sortes, les bandes larges ont la même valeur que trois bandes étroites.

Données pour bobinages à noyau de fer

Courant Amp.	Induction Henrys	Entrefer m/m	Nombre de tours	Dia m. fil	Espace pr. le bobinage m/m		Noyau en m/m	Chute de tension
					largeur	profond		
0,05	1	0,4	2.300	0.20	12.5	8.5	12.50x12.5	7
	5	0,65	9.500		15.5	10.5	20x20	14
	10	0,8	2.800		16.-	11.-	25x25	18
	20	1,2	5.700		20.-	13.5	25x25	29
	50	2,8	11.000		24.-	16.5	25x25	64
	100	6,5	8.900		27.-	19.-	50x50	76
0,10	1	0,5	1.500	0.25	13.5	9.-	19x19	6
	5	0,65	2.600		15.-	10.5	25x25	14
	10	0,8	1.900		18.-	12.5	50x50	16
	20	1,2	2.900		19.-	12.5	50x50	26
	50	2,8	5.300		25.5	17.5	50x50	50
	100	4.5	8.900		33.75	23.-	50x50	90
0,25	1	0.5	1.100	0.45	19.-	12.5	25x25	6
	5	1.2	1.300		21.-	13.5	50x50	10
	10	6.5	1.300		23.-	14.5	75x75	16
	20	8.-	1.400		25.-	16.-	75x75	20
	50	9.-	5.000		40.8	28.-	75x75	24
	100	15.-	9.400		53.-	35.5	75x75	70

Figure 109

Le système a cet avantage qu'il ne faut jamais tordre les connexions pour lire la valeur de la capacité, ce qui facilite les recherches dans les montages compliqués.

La couleur des bandes indique le chiffre et le nombre de bandes indique le nombre de chiffres. La valeur est exprimée en « picorads » (pF = micro-microfarad = 0,9 cm).

COULEURS	CAPACITES EN pF					
	I	II	III	IIII	IIIII	IIIIII
Blanc		10	100	1.000	10.000	100.000
Bleu pâle		15	150	1.500	15.000	150.000
Rouge		20	200	2.000	20.000	200.000
Brun		25	250	2.500	25.000	250.000
Orange		30	300	3.000	30.000	300.000
Or		35	350	3.500	35.000	350.000
Jaune		40	400	4.000	40.000	400.000
Vert	5	50	500	5.000	50.000	500.000
Bleu foncé	6	60	600	6.000	60.000	600.000
Violet	7	70	700	7.000	70.000	700.000
Rose	8	80	800	8.000	80.000	800.000
Argent	9	90	900	9.000	90.000	900.000

Exemple : Trois bandes vertes étroites indiquent une capacité de 500 pF : Vert indique le chiffre 5 et le nombre de bandes, 3 donne le nombre de chiffre.

Un condenseteur marqué de trois bandes blanches étroites et une bande blanche large a une capacité de 100.000 pF. La couleur blanche indique le chiffre 1. Le nombre de chiffres est ici 3 pour les trois bandes étroites et 3 pour la bande large.

Tableau de conversion de longueurs d'onde en fréquences

I m.	Fréq. KH.	I m.	Fréq. KH	I m.	Fréq. KH.
1	300.000	320	937,5	1.100	272,7
2	150.000	340	882,4	1.150	260,9
3	100.000	360	833,3	1.200	250,0
4	75.000	380	789,5	1.250	240,0
5	60.000	400	750,0	1.300	230,8
6	50.000	420	714,3	1.350	222,2
7	42.857	440	681,8	1.400	214,3
8	37.500	460	657,2	1.450	206,9
9	33.333	480	625,0	1.500	200,0
10	30.000	500	600,0	1.550	193.5
12	25.000	520	576,9	1.600	187,5
14	21.428	540	555,6	1.650	181,8
16	18.750	560	535,7	1.700	176,5
18	16.667	580	517,2	1.750	171,4
20	15.000	600	500,0	1.800	166,7
25	12.000	620	483,9	1.850	162,2
30	10.000	640	468,8	1.900	157,9
35	8.571	660	454,5	1.950	153,8
40	7.500	680	441,2	2.000	150,0
45	6.667	700	428,6	2.050	146,3
50	6.000	720	416,7	2.100	142,9
60	5.000	740	405,4	2.150	139,4
70	4.286	760	394,7	2.200	136,4
80	3.750	780	384,6	2.250	133,3
90	3.333	800	375,0	2.300	130,4
100	3.000	820	365,8	2.350	127,7
120	2.500	840	357,1	2.400	125,0
140	2.143	860	348,8	2.450	122,4
160	1.875	880	340,9	2.500	120,0
180	1.667	900	333,3	2.550	117,6
200	1.500	920	326,0	2.600	115,4
220	1.364	940	319,1	2.650	113,2
240	1.250	960	312,5	2.700	111,1
260	1.154	980	306,1	2.750	109,1
280	1.071	1.000	300,0	2.800	107,1
300	1.000	1.050	285.7		

Section, résistance et poids des fils nus

Epaisseur en m/m	Section en m/m2	RÉSISTANCE PAR MÈTRE : OHMS				Poids en gr. par mètre	
		Cuivre	Manganine Nickeline	Constantan Résistine Spécial Rhéotan	Chrome-nickel	Cuivre Constantan Spécial Nickelin Rheotan	Manganine Resistine Chrome-Nickel
		0 0175	0.42	0.49	0.9	8.9	8.3
0.05	0.00196	8.95	215	250	460	0 018	0 017
0.08	0.0050	3 5	84	98	180	0 045	0.042
0.1	0.0079	2.22	53.2	62	114	0 070	0.065
0.11	0.0095	1.84	44.2	51.5	94.8	0 085	0.079
0.12	0.0113	1.55	37.2	43.3	79.5	0.101	0.094
0.13	0.0133	1.32	31.6	36.8	67.7	0.118	0.110
0.14	0.0154	1.14	27.3	31.8	58.5	0.137	0.128
0.15	0.0177	0.99	23.7	27.7	50.8	0.158	0.147
0:16	0.0201	0.87	20.9	24.4	44.7	0.178	0.166
0.17	0.0227	0.772	18.5	21.6	39.6	0.202	0.188
0.18	0.0255	0.685	16.5	19.2	35.4	0.227	0.212
0.19	0.0284	0.617	14.8	17.2	31.7	0.253	0.236

0.20	0.0314	0.557	13.4	15.6	28.7	0.280	0.261
0.22	0.0380	0.460	11.0	12.9	23.7	0.339	0.317
0.25	0.0491	0.357	8.55	10.0	18.3	0.437	0.407
0.30	0.0707	0.248	5.95	6.95	12.7	0.630	0.585
0.35	0.0962	0.182	4.37	5.15	9.35	0.857	0.800
0.40	0.1260	0.139	3.33	3.89	7.15	1.130	1.045
0.45	0.1590	0.110	2.64	3.08	5.66	1.417	1.32
0.50	0.1960	0.0895	2.15	2.50	4.59	1.750	1.63
0.60	0.2830	0.0618	1.48	1.73	3.18	2.520	2.35
0.70	0.3850	0.0455	1.09	1.27	2.34	3.430	3.20
0.80	0.5030	0.0348	0.835	0.975	1.79	4.480	4.18
0.90	0.6360	0.0275	0.660	0.770	1.61	5.670	5.30
1.00	0.7850	0.0223	0.535	0.625	1.15	7.070	6.60
1.20	1.1310	0.0155	0.372	0.433	0.795	10.980	10.25
1.50	1.7670	0.00997	0.238	0.277	0.51	15.750	14.65
1	2	3	4	5	6	7	8

Coefficients de température

Manganin	±	0,00001	Résistin		0,00002	Nickelin	0,000067
Spécial	±	0,00004	Constantan	—	0,000005	Rhéotaan	+ 0,00023
			Chroomnickel		0,00027		

Jauge des fils métalliques.

N°s	Impériale S.W.G. m/m	B.W.G. m/m	Brown and Sharpe m/m	N°s	Impériale S.W.G. m/m	B.W.G. m/m	Brown and Sharpe m/m
7/0	12,700	—	—	23	0,609	0,634	0,573
6/0	11,785	—	—	24	0,558	0,558	0,510
5/0	10,970	—	—	25	0,507	0,507	0,455
4/0	10,159	11,531	11,684	26	0,457	0,457	0,405
3/0	9,448	10,794	10,405	27	0,416	0,416	0,360
2/0	8,839	9,651	9,266	28	0,376	0,355	0,321
0	8,229	8,635	8,254	29	0,345	0,330	0,286
1	7,620	7,620	7,348	30	0,315	0,304	0,255
2	7,010	7,213	6,544	31	0,294	0,254	0,227
3	6,400	6,578	5,827	32	0,274	0,230	0,202
4	5,892	6,045	5,189	33	0,254	0,203	0,180
5	5,384	5,588	4,621	34	0,233	0,177	0,160
6	4,876	5,156	4,115	35	0,213	0,127	0,143
7	4,470	4,571	3,665	36	0,193	0,101	0,127
8	4,064	4,191	3,264	37	0,172	—	0,113
9	3,657	3,759	2,906	38	0,152	—	0,100
10	3,251	3,403	2,588	39	0,132	—	0,090
11	2,946	3,047	2,305	40	0,122	—	0,080
12	2,641	2,768	2,053	41	0,112	—	—
13	2,336	2,412	1,828	42	0,102	—	—
14	2,032	2,108	1,628	43	0,091	—	—
15	1,828	1,828	1,450	44	0,081	—	—
16	1,625	1,650	1,291	45	0,071	—	—
17	1,421	1,472	1,150	46	0,061	—	—
18	1,218	1,244	1,024	47	0,051	—	—
19	1,016	1,066	0,899	48	0,041	—	—
20	0,914	0,888	0,812	49	0,030	—	—
21	0,812	0,812	0,723	50	0,025	—	—
22	0,710	0,761	0,644	—	—	—	—

Le tableau ci-dessus indique, en millimètres, les diamètres des fils correspondant aux différents numéros des deux systèmes de jauges anglais (S.W.G. et B.W.G.) au système américain **Brown and Sharpe.**

Equivalent des mesures anglo-américaines

Longueur

Inch, *in*	0,0254	m.	Mètre	39,370113	inches.
Foot, (12 in) *ft*	0,3048	m.	—	3,280843	feet.
Yard, (3 ft) *yd*	0,9144	m.	—	1,09361425	yard.
Mile, (1760 yd)	1,6093	klm.	Kilomètre	0,621372	mile.

Surface

Square inch	6,4516	cm^2	Centim. carré	0,1550	sq. inch.
— foot (144 sq. in)	9,2903	dm^2	Mètre carré	10,7639	sq. feet.
— yard (9 sq. ft.)	0,836126	m^2	Are	119,60	sq. yards.
Acre (4840 sq. yd)	40,468	a.	Hectare	2,4711	acres.
Square mile (640 acres)	259,0	ha.			

Poids

Grain	64,8	mg.	Gramme	15,43236	grains.
Ounce *oz*	28,350	g.	Kilogramme	15432,36	grains.
Pound (16 oz) *lb*	453,5924	g.	—	35,2739	ounces.
Hundredweight (112 lbs) *cwt.*	50,80	kg.	—	2,20462	pounds.
Ton (20 cwt) *T*	1016	kg.	Tonne métrique	19,6841	cwt.
			—	0,98421	ton.

N.-B. — Les abréviations sont indiquées en italique.

Transformations des pieds et pouces anglais en mètres et décimètres

Pouces	Centim.	Pouces	Centim.	Pieds	Mètres
1/32	0,0794	1	2,5399	22	6,7055
2/32 = 1/16	0,1587	2	5,0799	23	7,0103
3/32	0,2381	3	7,6198	24	7,3150
4/32 = 1/8	0,3175	4	10,1598	25	7,6198
5/32	0,3969	5	12,6997	26	7,9246
6/32 = 3/16	0,4762	6	15,2397	27	8,2294
7/32	0,5556	7	17,7796	28	8,5342
8/32 = 1/4	0,6350	8	20,3196	29	8,8390
9/32	0,7144	9	22,8595	30	9,1438
10/32 = 5/16	0,7937	10	25,3995	31	9,4486
11/32	0,8731	11	27,9394	32	9,7534
12/32 = 3/8	0,9525	Pieds		33	10,0582
13/32	1,0319	1	30,4794	34	10,3630
14/32 = 7/16	1,1112	2	60,9588	35	10,6678
15/32	1,1906	3	91,4392	36	10,9726
16/32 = 1/2	1,2700		Mètres	37	11,2774
17/32	1,3493	4	1,2192	38	11,5822
18/32 = 9/16	1,4287	5	1,5240	39	11,8870
19/32	1,5081	6	1,8288	40	12,1917
20/32 = 5/8	1,5875	7	2,1335	41	12,4965
21/32	1,6668	8	2,4383	42	12,8013
22/32 = 11/16	1,7662	9	2,7431	43	13,1061
23/32	1,8256	10	3,0479	44	13,4109
24/32 = 3/4	1,9050	11	3,3527	45	13,7157
25/32	1,9843	12	3,6575	46	14,0205
26/32 = 13/16	2,0637	13	3,9623	47	14,3253
27/32	2,1431	14	4,2671	48	14,6301
28/32 = 7/8	2,2225	15	4,5719	49	14,9349
29/32	2,3018	16	4,8767	50	15,2397
30/32 = 15/16	2,3812	17	5,1815	60	18,2876
31/32	2,4606	18	5,4863	70	21,3356
		19	5,7911	80	24,3835
		20	6,0959	90	27,4315
		21	6,4007	100	30,4794

III. - Fusibles.

La plupart des appareils de radio sont munis d'un fusible. Le remplacement d'un fusible brûlé par un morceau de fil quelconque n'est jamais recommandable et peut avoir des **conséquences fâcheuses.**

D'autre part, il arrive très souvent que l'on ne possède pas de fusible de réserve de la bonne valeur.

Il est même fréquent que le fusible d'origine soit d'un calibre supérieur à ce qu'il devrait être parce que la valeur exacte est difficile à trouver et que le fabricant préfère ne pas courir le risque d'une panne due à un fusible trop faible.

Afin de permettre l'établissement correct des fusibles bien tarés, nous donnons ci-après un tableau qui sera utile aux techniciens scrupuleux.

Celui-ci donne, outre les intensités permises et le diamètre du fil, la résistance au mètre et le courant de fusion pour un délai de 2 secondes.

La longueur du fil a une influence sur le courant de fusion, mais on peut considérer les indications du tableau comme pratiquement exactes pour une longueur de 2 cm.

Les indications sont données pour le fil de constantan et le fil d'argent.

La connaissance de la résistance du fil peut être utile pour certains emplois, particulièrement pour le fil de constantan très fin. C'est ainsi qu'un fil de constantan de 5 cm et de 0,02 de diamètre, présente une résistance de 75 ohms.

On trouve cette résistance facilement en multipliant le nombre donné dans la table par la longueur du fil et en divisant le produit par 100.

Pour le cas ci-dessus on trouve :

$$\frac{1530 \times 5}{100} = 76{,}5 \text{ ohms}$$

On veillera toujours à ce que le fil fusible ait un bon contact avec le support ou borne auquel il est attaché, car, sinon, on pour-

Fusibles en Constantant

Diamètre m/m	Résistance par m. ohms	Courant de fusion Amp. max. 2 sec.	Courant perm. admissible Amp
0,02	1530	0,23	0,16
0,025	978	0,32	0,224
0,03	680	0,345	0,241
0,035	500	0,40	0,28
0,040	382	0,45	0,31
0,045	302	0,53	0,37
0,05	244	0,64	0,45
0,055	202	0,72	0,50
0,06	170	0,78	0,55
0,065	145	0,85	0,60
0,07	125	0,92	0,65
0,075	109,4	1,04	0,73
0,08	95,4	1,09	0,77
0,085	84,6	1,23	0,86
0,09	75,4	1,30	0,91
0,095	67,6	1,36	0,95
0,10	61,2	1,50	1,05
0,105	55,6	1,58	1,10
0,11	50,6	1,70	1,20
0,115	47,2	1,79	1,25
0,12	42,4	1,90	1,33
0,125	39,-	2,--	1,40
0,13	35,6	2,15	1,50
0,135	33,-	2,20	1,54
0,14	32,2	2,32	1,62
0,15	28,6	2,55	1,78
0,16	24,-	2,66	2,--
	Fusibles- Argent pur.		
0,035	15,2	0,97	0,88
0,04	12,95	1,08	0,98
0,045	11,42	1,18	1,07
0,05	9.1	1,37	1,23
0,055	7,-	1,55	1,4
0,06	6,1	1,68	1,51
0,065	5,24	1,85	1,67
0,07	4,64	2,--	1,8
0,075	4,16	2,18	1,96
0,08	3,80	2,37	2,13
0,085	3,46	2,50	2,25
0,09	3,--	2,68	2,42
0,095	2,54	2,90	2,61
0,1	2,42	3,08	2,78

rait avoir de désagréables parasites. Il est particulièrement difficile d'obtenir un bon contact avec des fils très fins, aussi, dans ce cas, la fixation au moyen d'une goutte de soudure est à recommander.

IV. - Quelques formules utiles.

Les formules ci-dessous sont donneés sous une forme simplifiée sans utiliser les abréviations habituelles de manière à être aussi claires que possible.

A. — Formules se rapportant à la loi d'Ohm :

(1) $\text{Ampère} = \frac{\text{Volt}}{\text{Ohm}}$

(2) $\text{Milliampère} = \frac{\text{Volt} \times 1000}{\text{Ohm}}$

(3) $\text{Ohm} = \frac{\text{Ampère}}{\text{Volt}}$

(4) $\text{Ohm} = \frac{\text{Milliampère}}{\text{Volt} \times 1000}$

(5) $\text{Volt} = \text{Ampère} \times \text{Ohm}$

(6) $\text{Volt} = \frac{\text{Milliampère} \times \text{Ohm}}{1000}$

B. — Formules se rapportant au calcul des résistances, de la puissance, etc. :

(7) $\text{Ampère} = \sqrt{\frac{\text{Watt}}{\text{Ohm}}}$

(8) Milliampère $= 1000 \sqrt{\frac{\text{Watt}}{\text{Ohm}}}$

(9) Watt $= \text{Ampère}^2 \times \text{Ohm}$

(10) Watt $= \frac{\text{Milliampère}^2}{1.000.000} \times \text{Ohm}$

(11) Watt $= \text{Volt} \times \text{Ampère}$

(12) Watt $= \frac{\text{Volt} \times \text{Milliampère}}{1000}$

(13) Watt $= \frac{\text{Volt}^2}{\text{Ohm}}$

(14) Volt $= \sqrt{\text{Watt} \times \text{Ohm}}$

(15) Volts $= \frac{\text{Watt}}{\text{Ampère}}$

(16) Ampère $= \frac{\text{Watt}}{\text{Volt}}$

(17) Ampère $= \frac{\text{Volt}}{\text{Ohm}}$

(18) Milliampère $= \frac{\text{Volt} \times 1.000}{\text{Ohm}}$

(19) Ampère $= \sqrt{\frac{\text{Watt}}{\text{Ohm}}}$

(20) Milliampère $= 1.000 \times \sqrt{\frac{\text{Watt}}{\text{Ohm}}}$

(21) Ohm $= \dfrac{\text{Watt}}{\text{Volt}^2}$

(22) Ohm $= \dfrac{\text{Watt} \times 1.000}{\text{Milliampère}^2}$

C. — **Formules concernant les résistances :**

(23) Résistances en série :
Résistance totale $= r_1 + r^2 + r_3 + r_4 + \text{etc...}$

(24) Résistances en parallèle :

$$\text{Résistance totale} = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}}$$

etc...

(25) Résistances en parallèle :

$$\text{Résistance totale} = \frac{r_1 + r_2}{r_1 \times r_2}$$

D. — **Formules concernant les capacités :**

(26) Capacités en série : Voir formule (14).
Voir l'abaque de la page 178.

(27) Capacités en parallèle : Voir formule (13).

(28) Résistance apparente (réactance) d'une capacité pour un courant alternatif d'une fréquence donnée :

$$\text{Ohm} = \frac{6{,}28 \times \text{fréquence} \times \text{microfarad}}{1.000.000}$$

E. — **Formules se rapportant aux fréquences et longueurs d'onde** (voir aussi table page 182 :

(29) $\text{Mètres} = \dfrac{\text{cycles par seconde}}{300.000.000}$

(30) $\text{Cycle par seconde} = \dfrac{300.000.000}{\text{mètres}}$

F. — **Shunts pour appareils de mesure :**

(31) Ohms du shunt = $\frac{\text{Ohm de cadre mobile}}{\text{N-1}}$

ou N est le nombre de fois dont il faut augmenter la lecture totale de l'instrument.

G. — **Résistance apparente (réactance) des bobines pour un courant alternatif de fréquence donnée :**

(32) Ohms = 6,28 × fréquence × henrys.

H. — **Abrévations conventionnelles :**

Milli	= m = $\left(\frac{1}{1000}\right)$
Micro	= μ = $\left(\frac{1}{1.000.000}\right)$
Micro-micro	= μμ = $1/10^{12}$
Kilo	=k = (1000)
Meg (a)	=M = (1.000.000)
Ampère	= A
Ohm	= Ω
Volt	= V
Watt	= W
Farad	= F
Henry	= H
Milliers de Cycles par sec.	= kilocycle /seconde = kC/s
Cycles par seconde	= p/s = hertz = Hz
Mètres	= m
Fréquence	= f
π	= 3,1416
2×π×f	= ω
Impédance	= Z
Longueur d'onde	= λ
Décibel	= db

TABLE DES MATIERES

Préface 3
Instruments de mesure 5
Construction d'un appareil de mesure universel..... 13
Mesure en alternatif 21
Causes d'erreur dans les mesures 23
Construction et étalonnage d'une hétérodyne..... 27
Antenne artificielle 41
Construction d'un voltmètre à lampe..... 43
Un appareil de contrôle facile à construire..... 51
La vérification des lampes 53
Mesure des watts modulés 57
L'oscillateur basse fréquence 65
Mesure des condensateurs et des bobines à fer..... 78
Mesure des résistances 85
L'analyseur 91
Un transformateur isolateur 93
Mesure de la consommation des appareils de radio..... 95
Le haut-parleur étalon 97
Un banc de travail pratique..... 102
Mise au point d'un récepteur type..... 105
Table analytique pour la recherche systématique des pannes..... 116
Exemples de cas embarassants et leurs remèdes..... 125
Le dépannage sans instrument 142
Procédés et tours de main pour dépanneurs..... 145
Réparation des lampes 149
Réparation des hauts-parleurs 156

Réparation des pick-up 1
Utilisation des lampes de remplacement 163
L'oscillographe cathodique 168
Equipement normal d'un atelier de dépannage..... 184
Equipement d'un loboratoire plus complet 188
Equipement d'un laboratoire complet 191
Renseignements pratiques 192

LES MEILLEURS LIVRES DE RADIO

LA RADIO ?... MAIS C'EST TRES SIMPLE, par E. AISBERG. — Un ouvrage de vulgarisation à la portée de tous.
152 *pages, format* 18-23..... 100 fr.

MANUEL DE CONSTRUCTION RADIO, par J. LAFAYE. — Etude de la construction d'un châssis et du choix des pièces détachées.
96 *pages, format* 16-24..... 60 fr.

100 PANNES, par W. SOROKINE. — Etude pratique de 161 pannes types. Diagnostic et remèdes. Edition entièrement refondue.
140 *pages, format* 13-18 ..... 75 fr.

LES BOBINAGES RADIO, par H. GILLOUX. — Calcul, réalisation et étalonnage de tous les bobinages H. F. et M.F. 128 pages, format 13-21. 100 fr.

DEPANNAGE PROFESSIONNEL RADIO, par E. AISBERG. — Toutes les méthodes les plus modernes de dépannage telles que le « signal-tracing » et le « dépannage dynamique ».
188 *pages, format* 13-21 ..... 60 fr.

METHODE DYNAMIQUE DE DEPANNAGE ET DE MISE AU POINT, par E. AISBERG et A. et G. NISSEN. — Mesure des principales caractéristiques des récepteurs ; relevé des courbes correspondantes ; applications à la mise au point, au contrôle de fabrication et au dépannage.
120 pages (plus dépliant), format 13-21..... 90 fr.

AMELIORATION ET MODERNISATION DES RECEPTEURS, par E. AISBERG. — L'art de modifier les vieux récepteurs par les moderniser.
96 *pages, format* 13-21 ..... 50 fr.

TOUTES LES LAMPES, par M. JAMAIN. — Tableau mural en couleurs donnant instantanément les culottages de toutes les lampes de réception.
Format 50-65 ..... 30 fr.

FORMULES ET VALEURS, par M. JAMAIN. — Tableau mural en couleurs donnant, entre autres, les équivalences de fréquences et longueurs d'onde, le code des couleurs pour résistances et condensateurs.
Format 50-65 ..... 30 fr.

ELECTROACOUSTIQUE, par J. JOURDAN. — Tableau mural en couleurs donnant les valeurs et équivalences des décibels et les principales formules et abaques d'électroacoustique.
Format 50-65 ..... 30 fr.

SCHEMATHEQUE 40. — Documentation technique de 142 schémas de récepteurs commerciaux à l'usage des dépanneurs.
168 *pages, format* 17-22..... 100 fr.

FASCICULES SUPPLEMENTAIRES DE LA SCHEMATHEQUE. — Ces brochures, actuellement au nombre de 14, complètent la documentation précédente. Chacune contient de 20 à 25 schémas.
Chaque fascicule de 32 *pages*..... 30 fr.

SCHEMAS DE RADIORECEPTEURS, par L. GAUDILLAT. — Schémas de récepteurs alternatifs et universels avec valeurs de tous les éléments. *Fascicule premier* (22 *pages*, 21-27)..... 60 fr.

REALISATON ET EMPLOI DE L'OMNIMETRE, par F. HAAS. — Construction et étalonnage d'un contrôleur universel continu-alternatif et d'un contrôleur junior. Nouvelle édition complètement refondue.
64 *pages, format* 13-18 ..... 25 fr.

DEUX HETERODYNES MODULEES DE SERVICE, par J. CARMAZ. — Construction et étalonnage d'une hétérodyne portative tous-courants et d'une hétérodyne alternative d'atelier.
48 *pages, format* 13-18 ..... 30 fr.

LES LAMPEMETRES, par M. JAMAIN et F. HAAS. — Etude théorique et pratique des principaux appareils d'essais de lampes.
64 *pages, format* 13-18 ..... 30 fr.

LE MULTISCOPE, par R. DUMONT. — Construction et étalonnage d'un pont de mesure à indicateur cathodique pour la mesure des résistances et condensateurs.
56 *pages, format* 13-18 ..... 30 fr.

LA PRATIQUE RADIOELECTRIQUE, par ANDRÉ CLAIR. — L'étude d'une maquette de récepteur. Première partie : La conception.
96 *pages, format* 16-24 ..... 70 fr.

LA PRATIQUE RADIOELECTRIQUE, par ANDRÉ CLAIR. — Seconde partie : La réalisation.
100 *pages, format* 16-24 ..... 70 fr.

LA GUERRE AUX PARASITES, par L. SAVOURNIN. — Etude de la propagation des parasites. Lutte contre ces derniers. Etat actuel de la législation.
72 *pages, format* 16-24 ..... 50 fr.

LA MODULATION DE FREQUENCE, par E. AISBERG. — Théorie et applications de ce nouveau procédé d'émission et de réception.
144 *pages, format* 13-21 ..... 100 fr.

LES APPLICATIONS DE L'ELECTRONIQUE, par V. MALVEZIN. — L'étude des applications industrielles des lampes électroniques et des cellules photoélectriques.
200 *pages, format* 13-21 ..... 120 fr.

LES ANTENNES DE RECEPTION, par J. CARMAZ. — Un récepteur ne peut pas être meilleur que son antenne. Ce livre explique comment l'on peut obtenir le résultat optimum de chaque type d'antenne.
64 *pages, format* 13-21 ..... 60 fr.

LEXIQUE OFFICIEL DES LAMPES RADIO, par L. GAUDILLAT. — Sous une forme pratique et condensée, toutes les caractéristiques de service, les culottages et équivalences des lampes européennes et américaines.
64 *pages, format* 13-22 ..... 60 fr.

MAJORATION POUR FRAIS D'ENVOI 10 % (*avec un minimum de* 10 *fr.*)
sur demande, envoi contre remboursement.

SOCIETE DES EDITIONS RADIO

42, rue Jacob, PARIS-VIe. C. Ch. P. 1164-34.

Pour être tenu au courant de tout les nouveautés de la techn radioélectrique, abonnez-vous à

TOUTE LA RADI

Revue mensuelle de technique expliquée et appli e

Pour être tenu au courant de t les nouveautés de l'édition techn (livres, revues, etc...), demand le service gratuit de ses ca logues, à la

SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO

42, rue Jacob, PARIS-VIe - Tél. LIT. 43-83

Printed in France Imp. COMTE - SUET – Bar-le-